



HAL
open science

Analyse spatiale et typologie des petites vallées bas-normandes

Marie-Anne Germaine, Anne Puissant, L. Lespez, Aziz Ballouche

► **To cite this version:**

Marie-Anne Germaine, Anne Puissant, L. Lespez, Aziz Ballouche. Analyse spatiale et typologie des petites vallées bas-normandes. SAGEO'2006,, 2006, Strasbourg, France. pp.CD-Rom. hal-00278360

HAL Id: hal-00278360

<https://hal.science/hal-00278360>

Submitted on 12 May 2008

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Analyse spatiale et typologie des petites vallées bas-normandes

Marie-Anne Germaine*, Anne Puissant**, Laurent Lespez*, Aziz Ballouche*

*Laboratoire Géophen UMR LETG 6554 CNRS

**Laboratoire Géosyscom IDEES FRE CNRS 2795

Université de Caen Basse-Normandie
Esplanade de la Paix
14032 Caen Cedex

RÉSUMÉ. Bien qu'originaux et soumis à des enjeux croissants, les paysages de vallées demeurent peu étudiés en tant que tels car les études paysagères sont souvent situées à des échelles territoriales englobantes qui négligent leur spécificité. Appuyée sur la mise en place d'une typologie des paysages de vallées représentatifs du Nord Ouest de la France et la construction de scénarii prospectifs, cette réflexion vise à contribuer à la définition de politiques de gestion intégrée adaptées à ces territoires. Cette démarche est menée à travers la réalisation d'un diagnostic de l'état actuel des paysages des petites vallées selon une démarche reproductible. Il permet de mettre en place une typologie morphologique des vallées à l'échelle du territoire régional. Après avoir extrait les limites de vallées (versants et fond de vallée) des tronçons homogènes sont distingués. Cette approche révèle l'importance de ces espaces dans la structuration du paysage régional et suggère de nouvelles réflexions sur l'organisation de leurs modes d'occupation du sol.

ABSTRACT. Although the landscapes of the valleys are original and subject to increasing stakes, they still are not studied very much, because landscape studies are often done to encompassing territorial scales; the studies disregard the specificity of those landscapes. This analysis is based upon the setting up of a typology of landscape of the valleys of the northwest France and the working-out of prospective patterns. Its aim is to help define the policies of "integrated management" which are adapted to those territories. This reasoning is carried out via the realisation of a diagnosis of present landscapes of small valleys following a reasoning which can be reproduced. At first we set up a morphological typology of valleys at a regional scale. After the limits of the valleys have been made explicit (the slopes and the bottoms of the valleys), homogeneous sections are made out. This approach shows the importance of these areas in the structure to the regional landscape and it puts forward new thoughts about the layout of their land use.

MOTS-CLÉS: paysage, vallée, analyse spatiale, morphologie

KEYWORDS: landscape, valley, spatial analysis, morphology

1. Introduction

En Normandie, comme dans l'ensemble du nord ouest de la France, les vallées renferment des paysages originaux. Rompant la monotonie des plateaux, elles s'imposent dans le paysage par leur forme en creux et la présence de l'eau. En tant que "dépression allongée parcourue par un cours d'eau" (Georges, 1996), elles constituent de fait un objet géographique particulier. Elles offrent des ambiances paysagères variées et assurent des fonctions diverses, ce qui les place au cœur d'importantes questions de gestion.

Des enjeux spécifiques liés à la gestion de l'eau pèsent sur ces espaces du fait de leurs conditions naturelles particulières (vulnérabilité des zones inondables, maintien de la biodiversité des zones humides, gestion des friches hydrauliques). De plus, parce que ces paysages sont très fréquents, les vallées sont également confrontées aux enjeux communs à l'ensemble des "paysages ordinaires" (Dewarrat, 2003). Alors que leurs systèmes productifs sont fragilisés par la mutation des pratiques agricoles et les processus d'étalement urbain, ces paysages sont l'objet d'une patrimonialisation grandissante qui illustre un passage vers un paysage "décor" (Ardillier-Carras, 1998). La superposition des acteurs (SAGE, DIREN, collectivités territoriales) et des réglementations (ZNIEFF, Natura 2000) qui s'y rapportent souligne la croissance de l'intérêt écologique et patrimonial porté à ces espaces. Toutefois, cette multiplication de démarches ponctuelles ou sectorielles semble plus participer à un éclatement de la prise en compte des paysages de vallées qu'à une progression vers une véritable gestion intégrée (Lespez *et al.*, 2006).

Bien qu'ils soient associés à des enjeux multiples, les paysages de vallées restent souvent ignorés dans les travaux servant de base à la gestion des paysages contemporains. D'un côté, les pratiques de gestion de l'eau ont des résonances sur les dynamiques paysagères de vallées, mais réalisées à l'échelle de l'hydrosystème en tant que linéaire, elles se concentrent essentiellement sur le corridor fluvial (cours d'eau et fond de vallée). D'un autre côté, si le paysage fait l'objet de nombreuses attentions de la part des gestionnaires, tant au niveau local (multiplication des chartes paysagères intercommunales) qu'europpéen (Convention européenne du paysage, 2000), et de la communauté scientifique (Colloque de Bordeaux, "De la connaissance des paysages à l'action paysagère", 2005), les vallées restent marginalisées car la plupart de ces études paysagères sont conduites à des échelles englobantes qui négligent leur spécificité.

Dans ce contexte, nos recherches visent à contribuer à une meilleure prise en compte de ces paysages singuliers. Menée à partir de l'exemple des petites vallées bas-normandes, cette réflexion s'appuie d'abord sur la réalisation d'un diagnostic des paysages de vallées à l'échelle d'un territoire régional. Celui-ci a pour objectif de

mettre en place une typologie des paysages de vallées et de reconstituer leurs modes de production.

Afin de mettre en place, une démarche reproductible pour réaliser un diagnostic de l'état actuel des paysage des petites vallées, nous avons fait appel à des approches morphologiques, plus fréquemment développées pour l'étude des dynamiques fluviales (Bethemont *et al.*, 1996 ; Corbonnois, Zumstein, 1994 ; Kondolf, Piégay, 2003). Elle repose sur les apports d'une approche en trois dimensions. A partir d'un modèle numérique de terrain (MNT), nous avons pu définir les espaces de vallées à l'échelle de la région, puis réaliser une typologie morphologique de celles-ci.

2. Méthodologie

Cette méthode a été mise au point à l'échelle de la Basse-Normandie, qui par sa position d'interface entre Bassin Parisien et Massif Armoricain, offre une riche mosaïque paysagère. Elle s'intègre dans une démarche de recherche plus globale qui vise à dégager les grands types de paysages caractéristiques des vallées du nord ouest de la France pour chacun desquels nous proposerons, au final, en fonction du poids des héritages et du jeu des acteurs, des scénarii prospectifs (Figure 1).

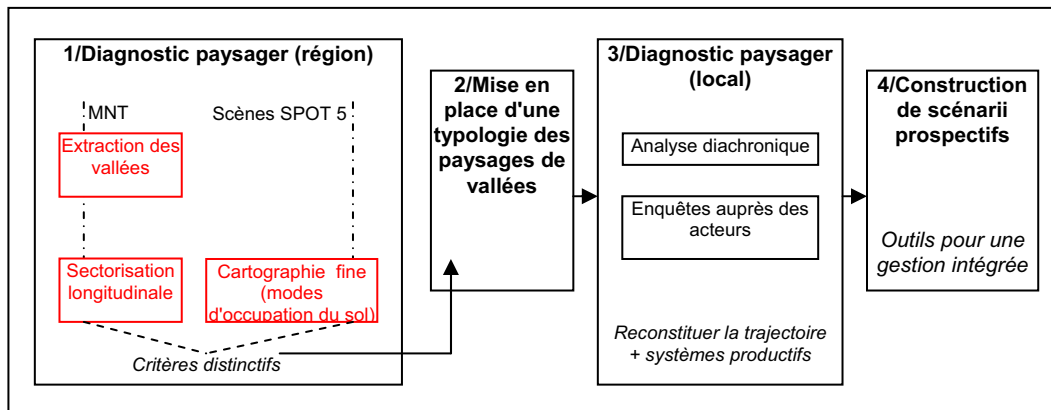


Figure 1. Démarche de recherche

Les résultats présentés renvoient à la première étape de cette démarche, laquelle a conduit à réaliser une typologie des vallées basée sur l'étude des dix grands organismes fluviaux bas-normands et de leurs affluents. Cette approche morphologique a permis d'identifier des critères objectifs et généralisables pour

extraire les limites de vallées à partir d'un MNT puis distinguer de grands types morphologiques.

3. Résultats

La méthode s'appuie sur l'exploitation des données de la base de données altitude au pas de 50 mètres de la Basse-Normandie ©IGN. L'identification des contours de vallées est une étape préalable importante ici dans la région de plaines et plateaux du nord ouest de la France par rapport aux vallées alpines. Après avoir extrait les limites de l'objet, nous avons effectué une sectorisation longitudinale afin de mettre en évidence l'hétérogénéité des formes de vallées.

3.1. Extraction des vallées

Avec des morphologies variables, c'est par leur forme en creux que les paysages de vallées (fond de vallée et versants) s'imposent dans l'espace.

La forte densité du réseau hydrographique bas-normand amène à s'interroger sur les limites de cet objet. Les caractères morphologiques présents dans la définition de la "vallée" supposent la présence de versants marqués : ils ont guidé la définition des limites longitudinales et transversales.

Les cours d'eau d'ordre inférieur à 2 selon la classification de Strahler sont exclus dans la mesure où fond de vallée et interfluves se confondent autour des têtes de bassin versant. Le paysage de ces petites rivières des parties amont ne se distingue pas dans le paysage environnant dominant. Ceci se vérifie particulièrement dans les secteurs de bocage, où de façon générale l'originalité des paysages de vallées est moindre. Alors qu'un cours d'eau incisant un plateau céréalier créé une véritable coulée verte, une vallée traversant une zone bocagère vallonnée et verdoyante ne représente pas un élément paysager aussi immédiatement identifiable.

Des traitements sur les données d'altitude réalisés sous ArcGis ont permis d'extraire les vallées à partir de l'extension "*topographic position index*" (TPI) créée par Jenness (2005) d'après les travaux de Weiss (2001). Pour chaque cellule du MNT, l'application calcule un indice correspondant à la différence entre l'altitude de la cellule et la moyenne d'altitude des cellules voisines (comprises dans un périmètre dont la forme et l'étendue sont déterminées par l'utilisateur) :

$$[TPI \langle scale\ factor \rangle = int ((DEM - focal\ mean (DEM, circular, radius)) + 0,5)]$$

Un indice négatif signifie que la cellule est placée plus bas que ses voisines (dépression), un indice positif expose la situation inverse (sommet) et un indice proche de 0 implique soit que l'ensemble des cellules est à la même hauteur, soit que la cellule considérée est localisée sur un versant.

La grille d'indices ainsi obtenue fait ensuite l'objet d'une classification : elle permet de dégager de grandes formes de relief en croisant les valeurs d'indice topographique (positif, nul ou négatif) et de pente de chaque cellule. La classification "slope position" (Dickson, Beier, 2005) disponible dans l'extension repose sur quatre classes dont les bornes correspondent à des valeurs d'indices et de pente (Figure 2).

-Canyon Bottom (fond de vallée) : $TPI \leq -8$
-Gentle Slope (surface en pente faible) : $-8 < TPI \leq 8$, Slope $< 6^\circ$
-Steep Slope (surface en pente forte) : $-8 < TPI \leq 8$, Slope $\geq 6^\circ$
-Ridgeline (crêtes) : $TPI \geq 8$

Figure 2. Classes proposées par la classification "slope position"

La classification a été appliquée à l'ensemble des cellules du MNT de la Basse-Normandie à partir d'indices calculés selon des seuils de voisinage variables. Ces tests révèlent une forte dépendance de l'indice aux échelles. Ce seuil est fixé en fonction des formes particulières de relief que nous souhaitons mettre en évidence. L'extraction des vallées ne nécessite pas de tenir compte de l'ensemble des irrégularités topographiques, c'est pourquoi un seuil élevé s'avère plus adapté à cette échelle régionale. La classification est appliquée à l'ensemble des cellules du MNT bas-normand avec un voisinage circulaire d'un rayon de 4000 mètres, un large rayon de voisinage étant plus adapté pour extraire les limites des vallées dans leur ensemble.

La catégorie "ridgeline" qui rassemble les cellules d'indice positif est écartée, elle permet d'éliminer l'ensemble des secteurs de plateaux. A l'opposé, la classe "canyon bottom" qui regroupe les indices négatifs a permis d'identifier les limites de vallées en tant que dépressions allongées. Selon le seuil de voisinage sélectionné lors du calcul de l'indice topographique, les mêmes classes ne vont pas mettre en valeur les mêmes unités de relief (Figure 3) :

- (i) avec un indice calculé à partir d'un voisinage peu étendu (500 m), la catégorie "canyon bottom" ne révèle que le seul fond de vallée en tant qu'élément linéaire ; les limites de la classification apparaissent au niveau des confluences lorsque la vallée s'élargit.
- (ii) avec un indice calculé à partir d'un voisinage large (4000 m), la même catégorie dégage l'ensemble des vallées en tant que forme en creux.

A la classe "canyon bottom", correspondant ici au fond de vallée élargi, est ajoutée la classe "steep slope". Rassemblant des cellules avec des indices de valeur

moyenne mais présentant de fortes pentes, elle renvoie à des cellules en position de versants. Il s'agit de secteurs de hauts de versants que nous rattachons aux vallées.

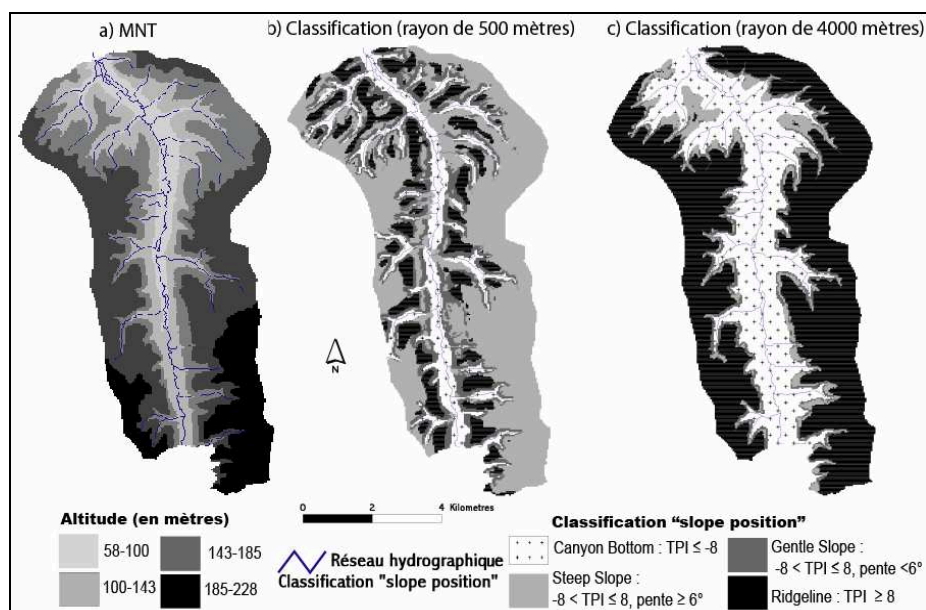


Figure 3. Extraction des contours de vallées à partir de critères morphologiques

Enfin, fond de vallée et versants sont distingués à partir de requêtes de pente : le fond de vallée est identifié comme secteur de pente faible à nulle adjacent au réseau hydrographique. Les résultats sont validés par comparaison avec la délimitation des zones inondables par la DIREN Basse-Normandie. Celle-ci est réalisée au 1/25 000 à partir de l'identification des limites des plus hautes crues connues. Le croisement des deux zonages met en évidence un taux de recouvrement de 94%. Les vallées occupent ainsi 42% de la surface régionale répartis entre fond de vallée (17%) et versants (83%).

3.2 Sectorisation longitudinale

Les vallées recouvrent 5000 km² en Basse-Normandie avec une grande diversité de formes et de paysages. Nous avons mis en place une typologie afin de rendre compte des contrastes rencontrés d'amont en aval et de mesurer la diversité inter et intra vallées. La sectorisation longitudinale effectuée à partir de critères morphologiques permet de dégager des entités paysagères cohérentes. Chaque vallée a ainsi fait l'objet d'un découpage en tronçons homogènes selon :

- (i) la variation de largeur du fond de vallée ;
- (ii) les rapports de surface entre fond de vallée et versants au sein des vallées ;
- (iii) la distribution des pentes sur les versants.

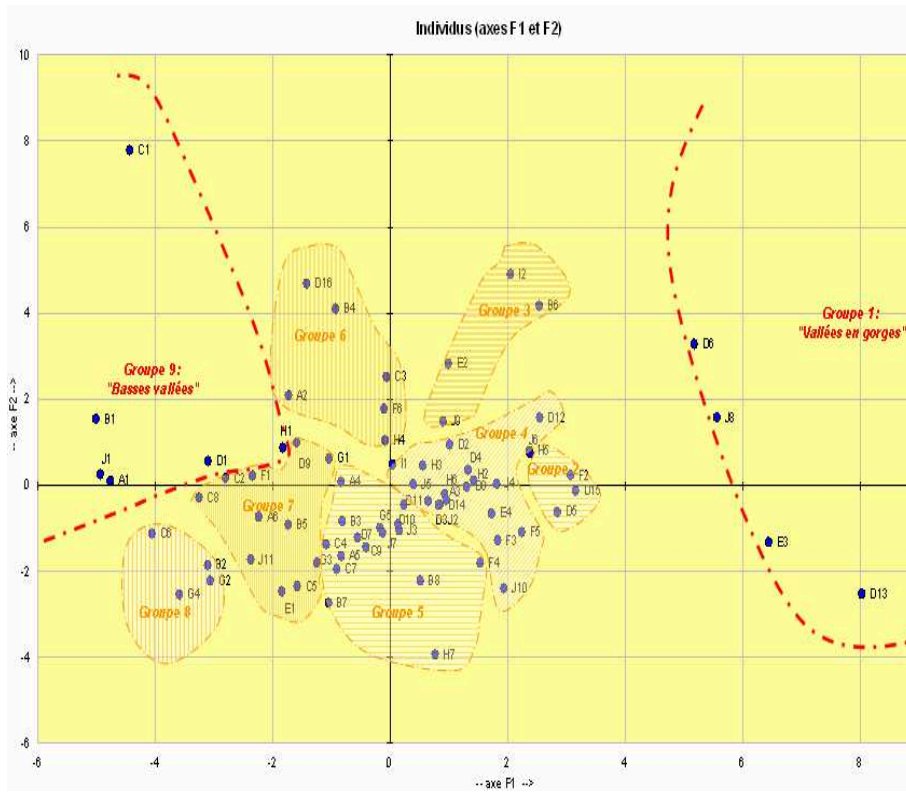
Des statistiques de voisinage sont opérées sur l'ensemble des cellules de pente des versants à partir de l'outil "spatial analyst" d'Arcgis. Cela fait ressortir des secteurs de pente plus ou moins prononcée et permet de dégager des tronçons homogènes. La sectorisation n'a pas encore pu être automatisée : les limites de tronçons sont reportées manuellement en fonction des ruptures observées. Des variables morphométriques sont calculées pour chacun des soixante quatorze tronçons isolés pour valider le découpage. Ces dix-sept variables ont fait l'objet d'une analyse en composantes principales (ACP) (Figure 4.b).

L'axe 1, auquel les variables de pente liées à l'encaissement des vallées contribuent le plus, met en évidence l'incision des tronçons et révèle des contrastes amont-aval. De fait les vallées ont pu être fractionnées entre 2 (vallée homogène et rectiligne de la Touques) et 16 tronçons (vallée plus étendue et très contrastée de l'Orne). L'axe 1 oppose des tronçons en fortes pentes avec des fonds de vallées d'étendue limitée à des tronçons aux pentes plus modestes dans lesquels le fond de vallée occupe une surface importante. L'axe 2 oppose des segments avec un cours d'eau sinueux et une pente longitudinale forte à des individus de forme plus allongée recevant de nombreux affluents. Enfin, l'axe 3 repose sur la répartition des surfaces entre fond de vallée et versants.

Une classification par nuée dynamique est appliquée sur ces trois axes qui regroupent plus de 80% de l'information. La classification individualise 9 classes (Figure 4.a). La distribution des barycentres de celles-ci permet d'isoler dans un premier temps deux groupes "extrêmes" rassemblant des tronçons aux formes bien particulières (Figure 5), puis de regrouper au sein d'une classe centrale les classes restantes :

- (i) Un premier ensemble correspond à des vallées encaissées présentant des pentes fortes et fonds de vallées étroits (jusqu'à seulement 6% du tronçon). Ces quatre individus correspondent à des "gorges" avec des caractéristiques morphologiques marquées (pentes moyennes dépassant 8° pour les gorges de la Sée et de la Vire).
- (ii) A l'opposé, un second ensemble constitué de six individus renvoie aux basses vallées : il s'agit des vallées larges à fond plat rencontrées dans les parties aval ou dans les secteurs de marais ; ils présentent de faibles pentes (souvent inférieures à 1°) et des fonds de vallées très étendus (entre 23 et 70% du tronçon) ;

a.



b.

-Variables calculées sur les tronçons : pente moyenne, écart-type de pente ; largeur du rectangle équivalent, Indice de compacité ; part de la surface occupée par le fond de vallée ;

-Variables calculées sur les versants : pente moyenne, distance de la pente ; largeur du rectangle équivalent, Indice de compacité ;

-Variables longitudinales : pente hydrographique, densité de confluences, nombre de confluences, sinuosité du cours d'eau

Figure 4. Typologie morphologique : Les 9 groupes isolés par la classification reportés sur les deux premiers axes de l'analyse en composantes principales (a) réalisée à partir des 16 variables (b)

Enfin, la majorité des individus (64) est regroupée dans une classe centrale. Il s'agit de tronçons aux caractéristiques morphologiques "moyennes". Ils sont répartis en 7 sous groupes. Plus que les valeurs de pente et l'encaissement de la vallée, ce sont les variables secondaires (sinuosité, pente hydrographique, largeur du tronçon, dissection des versants) qui permettent de distinguer les propriétés de chacun de ces sous-types. Le contraste amont aval se retrouve dans la distribution des 7 groupes (axe 1) mais l'organisation de la topographie régionale intervient également expliquant la présence de classes mixtes. Par exemple, les tronçons des sections aval se concentrent dans les classes 7 et 8 qui renvoient à des vallées peu marquées (pentes faibles, forte sinuosité), mais quelques tronçons situés en amont (Laizon, Mue, Souleuvre) sont également rattachés à ces classes. En effet, insérés dans une topographie englobante peu différenciée, ils ne présentent pas une forme bien identifiée de vallée et se rapprochent des morphologies plus caractéristiques des parties aval.

4. Analyse des résultats et discussion

L'approche proposée est reproductible dans le cadre d'une étude paysagère : elle s'appuie sur des critères morphométriques objectifs extraits à partir d'un MNT au pas de 50 mètres. Les résultats montrent que cette résolution paraît satisfaisante à l'échelle d'une région, toutefois une comparaison avec l'utilisation d'un MNT au pas de 20 mètres est envisagée. Les différents traitements opérés rendent compte de la particularité de l'objet vallée par l'extraction de critères révélateurs à la fois de sa forme singulière et de sa variabilité. L'apport principal est de révéler l'importance des espaces de vallées à l'échelle bas-normande : les résultats montrent qu'elles occupent 42% de la superficie régionale dont seulement 17% en fond de vallée. Alors que les questions d'aménagement et de gestion du paysage se font à des échelles régionales ou englobantes, cela renforce la nécessité de dresser un bilan de leur état. Les autres apports principaux de cette approche dérivent de la distinction faite au sein des vallées entre fond de vallée et versants d'une part, et de l'identification longitudinale de tronçons homogènes d'autre part.

En soulignant l'importance des versants au sein des systèmes de vallées (83 % de la surface totale occupée par les vallées), la catégorisation spatiale effectuée à partir du MNT montre un déséquilibre entre la répartition des surfaces occupées par fond de vallée et versants sur le terrain et les intérêts portés à chacun de ces espaces. Les fonds de vallées, paysages directement au fil de l'eau, occupent une place de choix dans les représentations collectives (Montembault, 2002) ; bien que minoritaires (17%), ce sont eux qui concentrent les plus fortes attentions. Considérés comme la sphère centrale de l'hydrosystème, ils font l'objet de nombreux travaux, notamment autour de la gestion de l'eau (Laganier et al., 2000), alors que les versants sont toujours négligés. Même s'ils participent aux dynamiques fluviales et appartiennent aux systèmes de vallées, ils sont rarement intégrés dans les études qu'elles soient hydrologiques ou paysagères sauf pour traiter des milieux naturels sensibles

(pelouses calcaires, landes). Cela confirme la nécessité de s'intéresser à ces espaces et à leurs enjeux (fermeture des paysages, mitage résidentiel, ...).

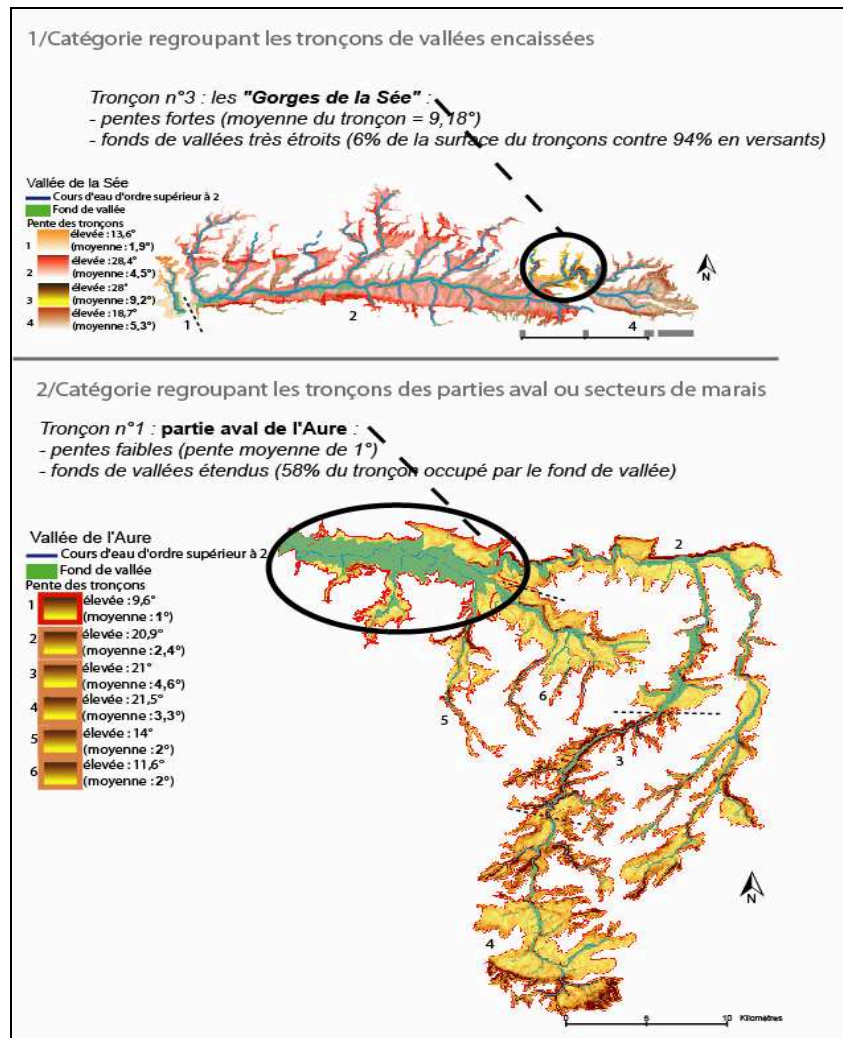


Figure 5. Sectorisation longitudinale des vallées : exemples de la Sée et de l'Aure

Les résultats de la sectorisation longitudinale ont été confrontés à l'"Inventaire Régional des paysages de Basse-Normandie" réalisé par P. Brunet avec la collaboration de P. Girardin (2001). Cet ouvrage produit pour la Région et la DIREN répertorie 75 unités de paysage parmi lesquelles seules 10 entités renvoient explicitement à des paysages de vallées. Quatre d'entre elles sont comprises dans le sous-type "Les vallées en gorges" et deux dans la catégorie "Paysages de marais". Bien qu'ils reposent sur un angle uniquement de perception globale du paysage,

nous retrouvons dans les intitulés proposés par Brunet les deux grandes familles de vallées, basses vallées et vallées en gorges, dégagées lors de la sectorisation, ce qui démontre l'importance du rôle de la morphologie dans la représentation des paysages de vallées. Ils renvoient à des paysages de vallées remarquables ou du moins bien repérés à l'échelle régionale ("*Marais de la Dives*", "*Marais de la Touques*", "*le val de Sée dans son écrin*", "*la Suisse normande*", "*Gorges de la Haute-Sienne et du Thar*", "*Vallée de la Vire*) alors que les vallées aux caractéristiques morphologiques moyennes sont délaissées. Les vallées absentes de ces travaux, qui servent de base à la gestion des paysages contemporains, font partie de la classe centrale mise en évidence lors de la construction typologique. Il s'agit de l'ensemble des vallées fluviales qui présentent des caractéristiques morphologiques moyennes et fréquentes, cela conforte le choix du qualificatif d'"ordinaire" pour ces paysages. Ces vallées sont ordinaires par leur forme, parce qu'elles ne présentent pas de caractéristiques morphologiques marquées particulières, mais également par leur paysage dans la mesure où elles renvoient à des paysages récurrents dans tout le Nord Ouest de la France en opposition aux paysages remarquables de vallées, telles que la Loire ou même certains secteurs de l'Orne en "Suisse Normande". Si les espaces de vallées sont largement présents à l'échelle régionale, la typologie morphologique met en évidence qu'il s'agit pour la majorité de "paysages ordinaires".

5. Conclusion

L'approche morphologique empruntée pour mener ce bilan sur l'état actuel des paysages de vallées démontre surtout l'existence de vallées ordinaires ignorées à l'échelle régionale. Les vallées fluviales ordinaires, regroupées dans la classe centrale isolée lors de l'étape de sectorisation, sont majoritaires dans la région. Des critères paysagers complémentaires, tel que l'occupation du sol, doivent être introduits pour caractériser ces groupes présentant des caractéristiques morphologiques "moyennes". La caractérisation des modes d'occupation du sol à partir d'images satellites de haute résolution (5 à 10 mètres) doit permettre d'enrichir la construction de la typologie avec l'introduction de nouveaux critères fondamentaux pour une approche paysagère (Hubert-Moy *et al.*, 2003), ils doivent permettre de préciser les distinctions au sein de cette catégorie centrale dominante. C'est en croisant des critères paysagers révélateurs des différentes formes de vallées rencontrées en Normandie et des contrastes liés à la couverture du sol sur les fonds de vallées et les versants que la typologie globale pourra être construite. Elle servira de préalable aux réflexions sur l'identité de ces paysages et sur la proposition de modes de gestion s'inscrivant dans la durabilité.

6. Bibliographie

- Ardillier-Carras F., 1998, Les paysages de rivière : une valeur refuge, *Revue de Géographie de Lyon, Géocarrefour*, vol.73, n°4, p 309-319
- Bethemont J. *et al.*, 1996, Une approche régionale de la typologie morphologique des cours d'eau, *Revue de géographie de Lyon, Géocarrefour*, vol.71, n°4, p 311-322
- Brierley G., Fryirs K., Vikrant J., 2006, Landscape connectivity: the basis of geomorphic applications, *Area*, vol.38-2, p 165-174
- Brunet P., avec la collab. de P. Girardin, 2001, *Inventaire des paysages de Basse-Normandie*, Conseil Régional de Basse-Normandie, DIREN Basse-Normandie, Caen, 871 p.
- Conseil de l'Europe, 2000, *Convention européenne du paysage*, Florence, 18 p
- Corbonnois J., Zumstein J.-F. 1994, Proposition de typologie des cours d'eau. Application au réseau hydrographique du Nord-Est de la France (bassin de la Moselle), *Revue de géographie alpine*, n°2, p 15-24
- Dewarrat *et al.*, 2003, *Paysages ordinaires, de la protection au projet*, Mardaga, Liège, 95 p.
- Dicky Ardiansyah Prima O. *et al.*, Supervised landform classification of Northeast Honshu from DEM-derived thematic maps, *Geomorphology*, 14 p (sous presse)
- Dickson B., Beier P., 2005, Influence of vegetation topography, and roads on cougar movement in southern California, *Journal of wildlife Management*, 69 (1), p 246-276
- Germaine M.-A., 2005, *La dynamique des paysages de vallées en Normandie, Enjeux et perspectives*, Projet de recherche de Master II (dir. A. Ballouche et L. Lespez), dactyl., Caen, 194 p.
- Hubert-Moy L., *et al.*, 2003, Etude de zones humides de fond de vallées à partir d'images hyperspectrales CASI : Application à un bassin versant de la région de Pleine-Fougères (Bretagne, France), *Photo-Interprétation*, vol. 39, p.33-43
- Jenness J., 2005, *Documentation "Topographic Position Index"*, site Internet : <http://jennessent.com>, 41 p
- Kondolf G. M., Montgomery R., Piégay H., Schmidt S., 2003, Geomorphic classification of rivers and streams, in Kondolf, Piégay, *Tools in fluvial geomorphology*, Wiley, p 171-20
- Laganier R., Piquet P., Salvador P. G., Scarwell H. J., 2000, Inondation, territoire et aménagement : l'évolution de la prise en compte du risque inondation dans la vallée de la Canche (Pas-de-Calais, France), *Revue de géographie de Lyon, Géocarrefour*, vol.75, n°4, p 375-382
- Lespez L., Cador J.-M., Germaine M.-A., 2006, *Gestion de l'eau et trajectoires des petites vallées au cours des derniers siècles, Exemples normands*, Colloque international Interactions Nature Société, La Baule, 3-6 Mai 2006, Actes du Colloque (CD Rom)
- Montembault D., 2002, *Les vallées face à l'appropriation urbaine, Des mutations de l'occupation du sol dans les grandes vallées proches d'Angers aux nouveaux paysages*, Thèse de doctorat de géographie, Angers, 2 Tomes, 409 p
- Weiss A., 2001, *Topographic Position and landforms analysis*, ESRI International User Conference, San Diego, CA