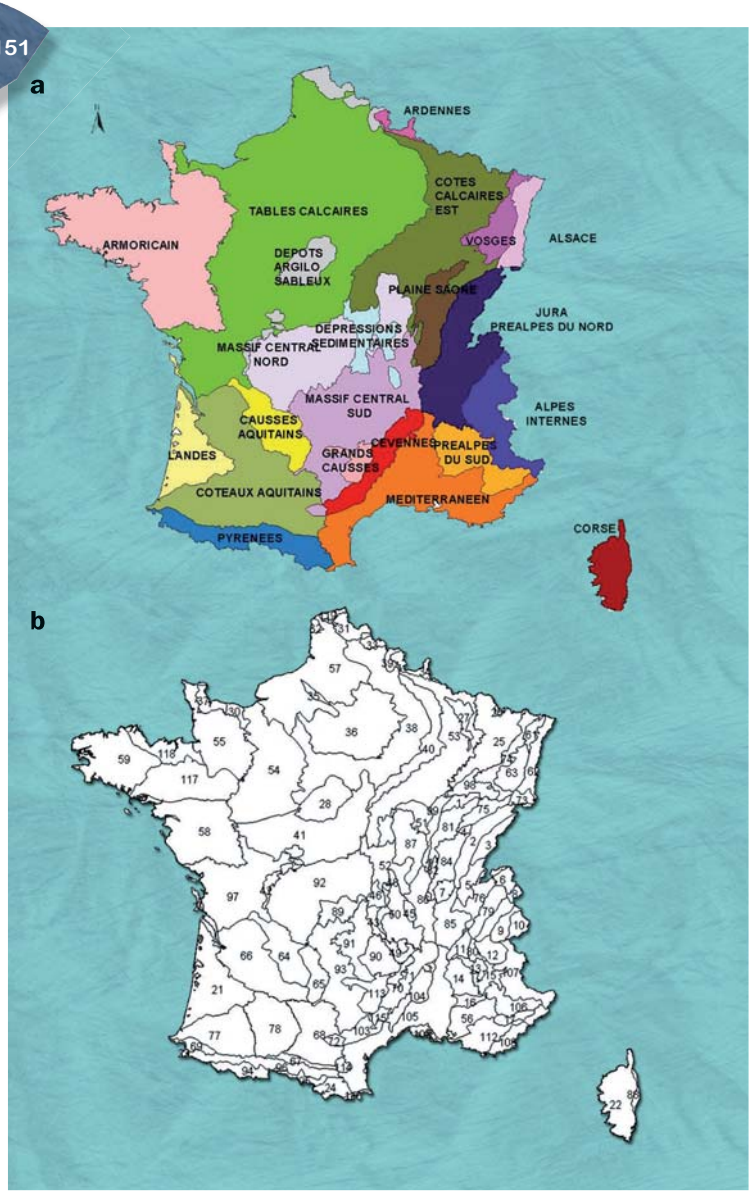
Quelques exemples de typologies

La typologie nationale des eaux de surface

En application de la Directive Cadre européenne sur l'Eau (DCE, annexe II), une typologie des **masses d'eau** a été établie. Son objectif est de regrouper des milieux aquatiques homogènes du point de vue de certaines caractéristiques naturelles (relief, géologie, climat, géochimie des eaux, débit, etc.), qui ont une influence structurante sur la répartition géographique des organismes biologiques. Son principal enjeu concerne la définition des conditions de référence à partir desquelles seront établis les états écologiques (écarts à la référence).

Figure 151



Les HER1 (a) et HER2 (b) de France métropolitaine (Wasson et al.*, 2002).*

■ Régionalisation

Le fonctionnement écologique des cours d'eau est déterminé, à l'amont, par les caractéristiques du relief ainsi que par les caractéristiques géologiques et climatiques du bassin versant. Un découpage régional fondé sur l'homogénéité de ces caractéristiques permet de définir des ensembles de cours d'eau présentant des caractéristiques physiques et biologiques similaires, à même gradient d'évolution longitudinale (Wasson *et al.*, 2002). Ce découpage (figure 151) réalisé au niveau du territoire métropolitain a permis d'identifier **22 hydro-écorégions** de niveau 1 (HER1), dont les déterminants primaires présentent des différences importantes. Elles peuvent être subdivisées en **112 hydro-écorégions élémentaires** de niveau 2 (HER2).

■ Classes de taille de cours d'eau

La traduction de l'évolution longitudinale des cours d'eau repose sur l'utilisation de l'ordination de Strahler, qui permet de prendre en compte les différences significatives de dimension au niveau des confluences principales. Ainsi, les cours d'eau sont ordonnés en classes de taille, adaptées et parfois regroupées en fonction des caractéristiques locales de l'évolution longitudinale des écosystèmes.

■ Application

Dans chacune des 22 hydro-écorégions de niveau 1, une classification longitudinale, adaptée aux caractéristiques connues de fonctionnement des écosystèmes, est appliquée. Cette première étape aboutit à proposer des types de masses d'eau dits « endogènes ».

Dans certains cas, pour des cours d'eau traversant les hydro-écorégions ainsi définies, il est nécessaire de prendre en compte l'influence de l'hydro-écorégion située à l'amont, influence qui s'exprime notamment par les caractéristiques géochimiques ou hydrologiques des cours d'eau.

Par exemple, un cours d'eau traversant une hydro-écorégion à dominante calcaire mais qui naît dans une hydro-écorégion à dominante siliceuse ou cristalline (Pyrénées, Massif Central, …), et dont le débit se constitue essentiellement en zone siliceuse ou cristalline, a une composition géochimique qui ressemble plus à celle d'un cours d'eau situé dans ces secteurs siliceux ou cristallins. Dans ce cas, ses références se rapprocheront davantage de celle de l'hydro-écorégion à dominante siliceuse ou cristalline (exemple : parties aval de la Dordogne, du Lot, de la Garonne, etc.). Aussi, en fonction de la position et de la surface relative des bassins versants amont des cours d'eau concernés par l'influence d'une autre hydro-écorégion, la typologie des masses d'eau est complétée et nécessite l'ajout de types «exogènes» ou à singularités locales.
La typologie nationale qui en résulte, ainsi que sa codification, sont déclinées dans le tableau de synthèse ci-après. Certains de ces types sont à relativiser par rapport à la surface et au linéaire concernés. Il est cependant nécessaire de les resituer dans un contexte international où ces types peuvent avoir une représentation beaucoup plus importante.

A chaque code figurant dans les cases du tableau de synthèse correspond un type de masses d'eau présentant des caractéristiques similaires avec une classe de taille, une unité géographique de situation et une particularité locale ou l'influence éventuelle d'une hydro-écorégion amont.

Tableau 8 *La typologie nationale DCE des eaux de surface.*

Hydro-écorégions de niveau1		Rangs (bassin Loire-Bretagne) / Rangs (autres bassins) / Cas général, cours d'eau exogène de l'HER de niveau 1 indiquée ou HER de niveau 2	Types nationaux et leur codification				
			8, 7 / 8, 7, 6	6 / 5	5 / 4	4 / 3	3, 2, 1 / 2, 1
			Très grands	Grands	Moyens	Petits	Très petits
20	DEPÔTS ARGILO SABLEUX	Cas général		GM20		P20	TP20
		Exogène de l'HER 9 (Tables Calcaires)		GM20/9			
		Exogène de l'HER 21 (Massif Central Nord)		G21	M21		
21	MASSIF CENTRAL NORD	Cas général				P21	TP21
3	MASSIF CENTRAL SUD	Cas général		G3	M3	P3	TP3
		Exogène de l'HER 19 (Grands Causses)			M3/19		
		Exogène de l'HER 8 (Cévennes)			M3/8		
		Exogène de l'HER 19 ou 8		G3/19-8			
17	DEPRESSIONS SEDIMENTAIRES	Cas général			M17	P17	TP17
		Exogène de l'HER 3 ou 21 (M.Cent.S ou N)	TG17/3-21	G17/3-21	M15-17/3-21	P17/3-21	TP17/3-21
15	PLAINE SAÔNE	Exogène de l'HER 3 ou 21					
		Exogène de l'HER 5 (Jura)		G15/5	MP15/5		
		Cas général	TG15		MP15		TP15
		Exogène de l'HER 10 (Côtes Calcaires Est)	TG10-15/4				
5	JURA / PRE-ALPES DU NORD	Cas général		G5	M5	P5	TP5
		Exogène de l'HER 2 (Alpes Internes)	TG5/2	GM5/2			
TTGA	FLEUVES ALPINS	Cas général	TTGA				
2	ALPES INTERNES	Cas général		G2	MP2		TP2
7	PRE-ALPES DU SUD	Cas général		GMP7			TP7
		Exogène de l'HER 2 (Alpes Internes)	TG6-7/2	GM7/2			
6	MEDITERRANEE	Exogène de l'HER 2 ou 7		GM6/2-7			
		Exogène de l'HER 7 (Pré-Alpes du Sud)		GM6/2-7			
		Exogène de l'HER 8 (Cévennes)	TG6/1-8	GM6/8			
		Exogène de l'HER 1 (Pyrénées)		GM6/1			
		Cas général		G6	MP6		TP6
8	CEVENNES	Cas général		GM8		PTP8	
16	CORSE	A-her2 n°70			M8/A	PTP8/A	
		A-her2 n°22		G16	M16/A	PTP16/A	
		B-her2 n°88			M16/B	PTP16/B	
19	GRANDS CAUSSES	Cas général				P19	
		Exogène de l'HER 8 (Cévennes)		GM19/8			
11	CAUSSES AQUITAINS	Cas général				P11	TP11
		Exogène de l'HER 3 (MCN) et/ou 21 (MCS)	TG11/3-21	G11/3-21	M11/3-21	P11/3-21	
14	COTEAUX AQUITAINS	Exogène des HER 3, 8, 11 ou 19	TG14/3-11	G14/3	M14/3-11		
		Exogène de l'HER 3 (MCN) ou 8 (Cév.)			M14/3-8		
		Cas général		GM14		P14	TP14
		Exogène de l'HER 1 (Pyrénées)	TG14/1	G14/1	M14/1	P14/1	
13	LANDES	Cas général			M13	P13	TP13
1	PYRENEES	Cas général		G1	M1	P1	TP1
12	ARMORICAIN	A-Centre-Sud (her2 n°58 et 117)		G12	M12/A	P12/A	TP12/A
		B-Ouest-Nord Est (her2 n°55, 59 et 118)			M12/B	P12/B	TP12/B
TTGL	LA LOIRE	Cas général	TTGL				
9	TABLES CALCAIRES	A-her2 n°57			M9/A	P9/A	
		Cas général	TG9	G9	M9	P9	TP9
		Exogène de l'HER 10 (dans l'her2 n°40)		G9/10	M9/10		
		Exogène de l'HER 21 (Massif Central Nord)	TG9/21	G9-10/21	M9-10/21		
10	COTES CALCAIRES EST	Exogène de l'HER 21 (Massif Central Nord)					
		Cas général	TG10-15/4	G10	M10	P10	TP10
		Exogène de l'HER 4 (Vosges)		G10/4	M10/4		
4	VOSGES	Cas général			M4	P4	TP4
22	ARDENNES	Exogène de l'HER 10 (Côtes Calcaires Est)	TG22/10				
		Cas général		GM22		P22	TP22
18	ALSACE	Cas général			MP18		TP18
		Exogène de l'HER 4 (Vosges)		G18/4	M18/4	P18/4	

Légende du tableau

■ *entrée verticale dans le tableau : classe de taille du cours d'eau ;*

■ *code utilisé : TTG = très très grand cours d'eau (« A'» pour fleuves alpins et « L'» pour la Loire), TG = très grand cours d'eau, G = grand, M = moyen, P = petit, TP = très petit ;*

■ *entrée horizontale dans le tableau (première colonne) : HER de niveau 1 dans laquelle circule le cours d'eau ;*

■ *entrée horizontale dans le tableau (deuxième colonne) :*

- *cas général, cours d'eau ne circulant que dans l'HER de niveau 1 citée,*
- *ou circulation dans une HER de niveau 2 spécifique avec des caractéristiques différentes des cas généraux de la même HER de niveau 1,*
- *ou cours d'eau influencé par une HER située à l'amont.*

Lecture des types (en grisé, type inexistant)

1. *lettres : taille du cours d'eau,*
2. *premier chiffre : n° de l'HER de niveau 1 dans lequel se situe le cours d'eau ou tronçon de cours d'eau,*
3. *éventuellement, lettre A ou B : circulation dans une HER de niveau 2 spécifique,*
4. *éventuellement, deuxième chiffre après le « /' » : n° de l'HER amont de niveau 1 influençant les caractéristiques du cours d'eau (géochimie, hydrologie…).*

Exemples de lecture

■ *P22 : petit cours d'eau de l'HER de niveau 1 n°22 (petit cours d'eau des Ardennes) ;*

■ *GM22 : grand ou moyen cours d'eau de l'HER de niveau 1 n°22 (Ardennes) ;*

■ *M10/4 : moyen cours d'eau de l'HER de niveau 1 n°10 (Côtes calcaires Est) influencé par l'HER de niveau 1 n°4 (Vosges) - bien que géographiquement situés dans les Côtes calcaires Est, ces cours d'eau présentent aussi des caractéristiques des cours d'eau des Vosges ;*

■ *PTP16-B : petit ou très petit cours d'eau de l'HER de niveau 1 n°16 (Corse) dans l'HER de niveau 2 n°88 (plaine d'Aléria) ;*

■ *TG10-15/4 : très grand cours d'eau de l'HER de niveau 1 n°10 (Côtes calcaires Est) ou n°15 (Plaine de Saône) influencé par l'HER de niveau 1 n°4 (Vosges) - bien que géographiquement situés dans les Côtes calcaires Est ou dans la Plaine de Saône, ces cours d'eau présentent aussi des caractéristiques des cours d'eau des Vosges.*

■ Cours d'eau des Départements outre-mer

La méthodologie employée est, sur le principe, identique à celle utilisée pour le territoire métropolitain : le cadre a été adapté aux conditions naturelles spécifiques des DOM.

Régionalisation

Pour ce qui concerne les «îles», les caractéristiques dominantes et communes sont :

- la petite dimension (par rapport au territoire métropolitain) ;
- les caractéristiques de climat insulaire (régime de température tropical avec faibles variations saisonnières, très forte hétérogénéité spatiale des précipitations avec des maxima bien supérieurs à la métropole et, dans certains cas, dissymétrie de la répartition des précipitations - au vent/sous le vent) ;
- un relief volcanique très accentué renforçant cette dissymétrie.

Il en résulte, pour chacune des îles, une régionalisation fondée sur :

- le relief, distinguant les zones dont l'altitude est peu élevée (et les précipitations limitées) ;
- l'orientation des versants dans les secteurs au relief accentué (la Réunion) ;
- la géomorphologie, quand celle-ci s'avère discriminante.

Zonation longitudinale

Elément déterminant dans la structuration des écosystèmes pour les masses d'eau continentales, la zonation longitudinale est limitée dans les îles. Une zonation amont/aval est proposée uniquement dans les hydro-écorégions au relief marqué, où la différence d'altitude et de pente permet d'envisager une différence de structure et d'organisation des communautés biologiques.

Sont donc retenus des types « amont » et des types « aval » pour les cours d'eau des hydro-écorégions à relief accentué, la limite se situant dans la majeure partie des cas sur les ruptures de pente de profil en long, les confluences majeures (rang supérieur ou égal à 3), ou tout autre limite facilement identifiable localement permettant de différencier ces zones.

La typologie proposée, construite sur des bases similaires entre les différentes îles, conserve néanmoins une distinction entre elles, en l'absence d'éléments suffisants sur la faune aquatique et le fonctionnement des écosystèmes. La typologie qui en résulte, ainsi que sa codification, sont déclinées dans le tableau de synthèse, ci-après. A chaque code figurant dans les cases de ce tableau correspond un type de masses d'eau présentant des caractéristiques similaires.

Tableau 9 *Typologie DCE des cours d'eau d'outre-mer.*

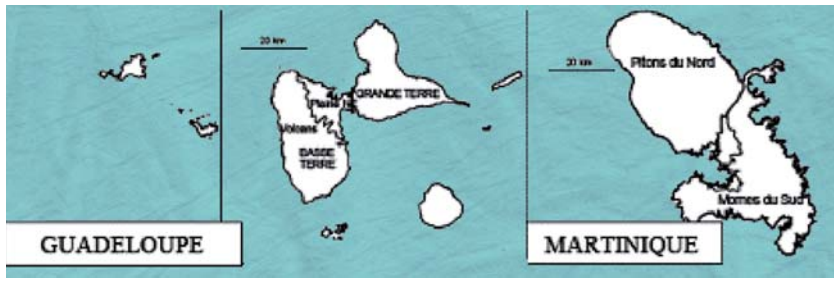
Types DOM et codification			
Zonation longitudinale			
DOM	Hydro-écorégion	Aval	Amont
GUADELOUPE	Basse Terre Plaine Nord Est	MP31	
	Grande terre et autres îles	MP32	
	Basse Terre Volcans	M33	P33
MARTINIQUE	Pitons du Nord	M41	P41
	Mornes du Sud	MP42	
REUNION	Cirques au vent	M61	P61
	Cirques sous le vent	M62	P62
	Versants au vent	MP63	
	Versants sous le vent	MP64	

Légende du tableau

M= cours d'eau moyens (aval). P = petit cours d'eau (amont). MP : cours d'eau de taille indifférenciée.

1er chiffre : 3 pour la Guadeloupe, 4 pour la Martinique et 6 pour la Réunion.

2e chiffre : n° de l'hydro-écorégion pour chaque département (1 à 4, selon les cas).



NB La Guyane est en cours de traitement.

La typologie SEQ (Aquascop, 1997)

Cette typologie s'inscrit dans une démarche globale menée par les Agences de l'Eau dans les années 90, l'élaboration des SEQ (Systèmes d'Evaluation de la Qualité), qui visait à fournir un outil d'évaluation de la qualité des trois compartiments majeurs des écosystèmes d'eau courante : l'eau, la biologie, le milieu physique ainsi qu'une aide à la décision dans les choix d'aménagement, d'entretien ou de restauration de ces écosystèmes et de la qualité de ces compartiments.

Une première étape consistait en l'élaboration d'une typologie des cours d'eau à l'échelle nationale. Cette première étape, réalisée par Aquascop(1997), a conduit à une proposition de « typologie physique simplifiée des cours d'eau français » à l'échelle du 1 /1 000 000e.

Cette typologie physique simplifiée des cours d'eau français est présentée comme une classification basée sur cinq critères hiérarchisés :
- l'énergie ;
- le transport solide ;
- la géologie ;
- la forme du fond de vallée (lit majeur) ;
- l'alimentation en eau.

En pratique, il apparaît que ces critères ne sont pas systématiquement appliqués dans la typologie finale qui a été réalisée. Ainsi, par exemple :
- la géologie n'intervient pas pour les cours d'eau à forte énergie ;
- le transport solide est censé être identique pour tous les cours d'eau à énergie moyenne à faible, ce qui est loin d'être le cas. Par exemple dans le type 233, le Thouet présente un transport solide nul tandis que l'Armançon a une charge alluviale grossière abondante ;
- etc.

Dans certains cas, la hiérarchie des critères n'est pas non plus strictement respectée. Par exemple, la géologie intervient à nouveau après la forme du fond de vallée pour les types 214.

■ Qualification des critères

Les différents critères, notamment l'énergie et le transport solide, qui constituent les premiers facteurs de discrimination, sont évalués uniquement à dire d'expert, sans donnée quantitative :
- énergie « très forte à forte », « moyenne à faible », « faible à nulle » ;
- transport solide « important », « faible », « charge modérée à faible ».

En pratique, la classification actuelle opérée « à dire d'expert » en quelques classes est peu contestable, mais pose deux types de problèmes :
- en termes de précision de l'outil actuel, qui semble varier selon les régions (connaissance des experts qui ont contribué à son élaboration) ;
- en termes de possibilités d'affinement d'échelle et d'application.

■ Caractère aréal de la typologie

La classification proposée montre clairement que, dans la majeure partie des cas, les types de cours d'eau sont en fait définis de manière aréale, et recoupent fortement les hydro-écorégions définies par Wasson *et al.* (HER décrites sur la Loire en 1993). Ainsi, par exemple :
- les cours d'eau de la Bretagne Ouest sont tous du type « 214 – Bas plateau roches dures », correspondant à une énergie moyenne à faible, une charge modérée à faible, des terrains cristallins ou gréseux, avec fond de vallée, dans des roches massives ;

■ les cours d'eau des tables calcaires situées de part et d'autre de la Loire et de la Beauce sont classés pratiquement tous en type « 233 – Vallée calcaire », correspondant à une énergie moyenne à faible, une charge modérée à faible, des terrains sédimentaires de type plateau calcaire, avec lit majeur et où l'influence karstique est faible.

Même si l'outil est organisé et présenté différemment (critères hiérarchisés), les cours d'eau sont en fait caractérisés par les influences écorégionales auxquelles ils sont soumis (les cours d'eau de même type appartenant à des régions géographiques différentes traduisent en fait des similitudes très fortes des régions, ou des sous-régions selon le degré de précision).

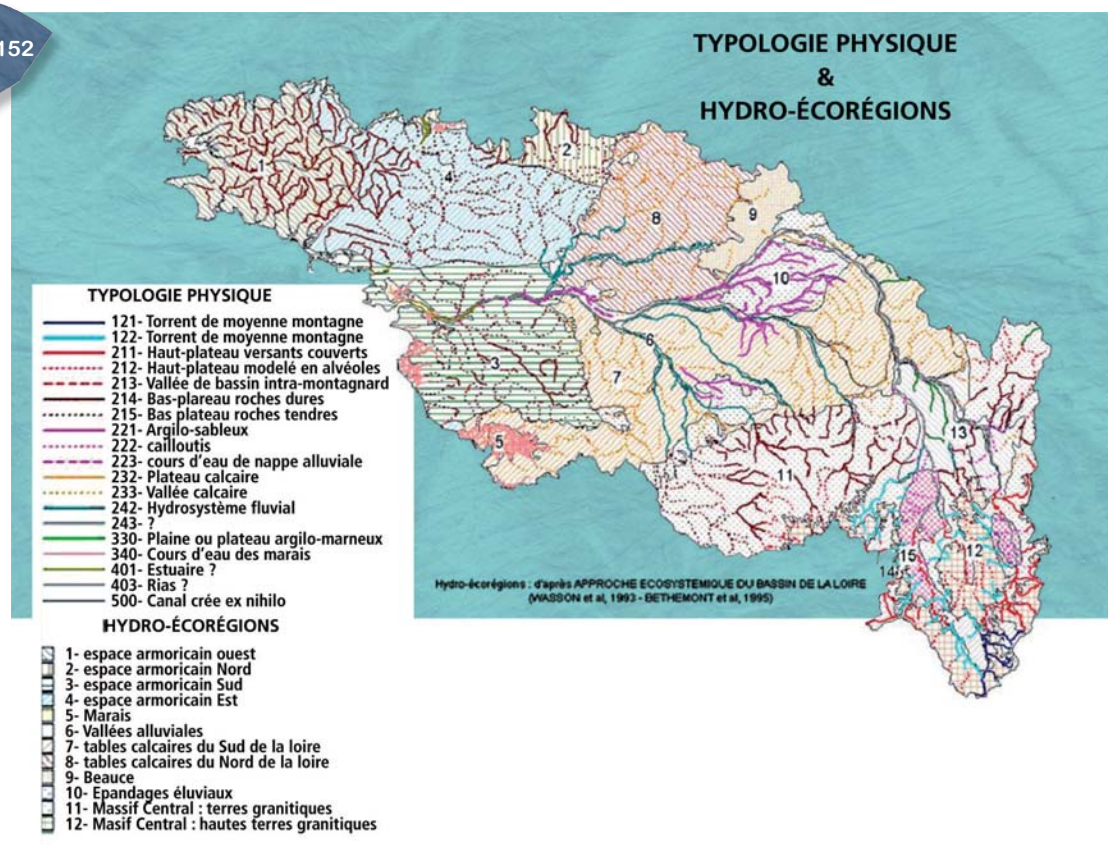
L'influence des régions sur les cours d'eau qui s'y écoulent n'est plus à démontrer, mais le caractère aréal de la typologie pose deux types de questions :

■ l'outil amène-t-il un niveau d'information significativement plus pertinent qu'une simple appartenance aux hydro-écorégions ?

■ les cours d'eau sont-ils vraiment homogènes (à l'échelle du travail et dans l'objectif affiché par la méthode) au sein d'une région, notamment en fonction de leur taille et de leur parcours amont éventuel au sein d'autres régions ?

NB Ce dernier point est traité partiellement par la notion de **cours d'eau allochtone.**

Figure 152



Exemple de résultat sur le bassin de la Loire de la typologie Aquascop (1997) et corrélation avec les hydro-écorégions (Malavoi, AREA, 2000).

En d'autres termes, la méthode utilisée identifie des cours d'eau soumis aux mêmes influences (contexte écorégional), mais qui présentent, à divers titres, des différences fonctionnelles importantes en fonction de critères géomorphologiques, notamment de leurs dimensions (position dans le réseau).

■ Conclusion

L'outil « typologie physique simplifiée » fournit une base descriptive écorégionale des cours d'eau, à une échelle proche de celle des hydro-écorégions. Il peut être considéré comme une **classification** des cours d'eau en 30 types « rangés » selon certains critères, plutôt que comme une démarche de « classification hiérarchisée ». Il est néanmoins très intéressant en tant que tel, même s'il souffre d'imperfections, dont certaines semblent inhérentes à son concept même.

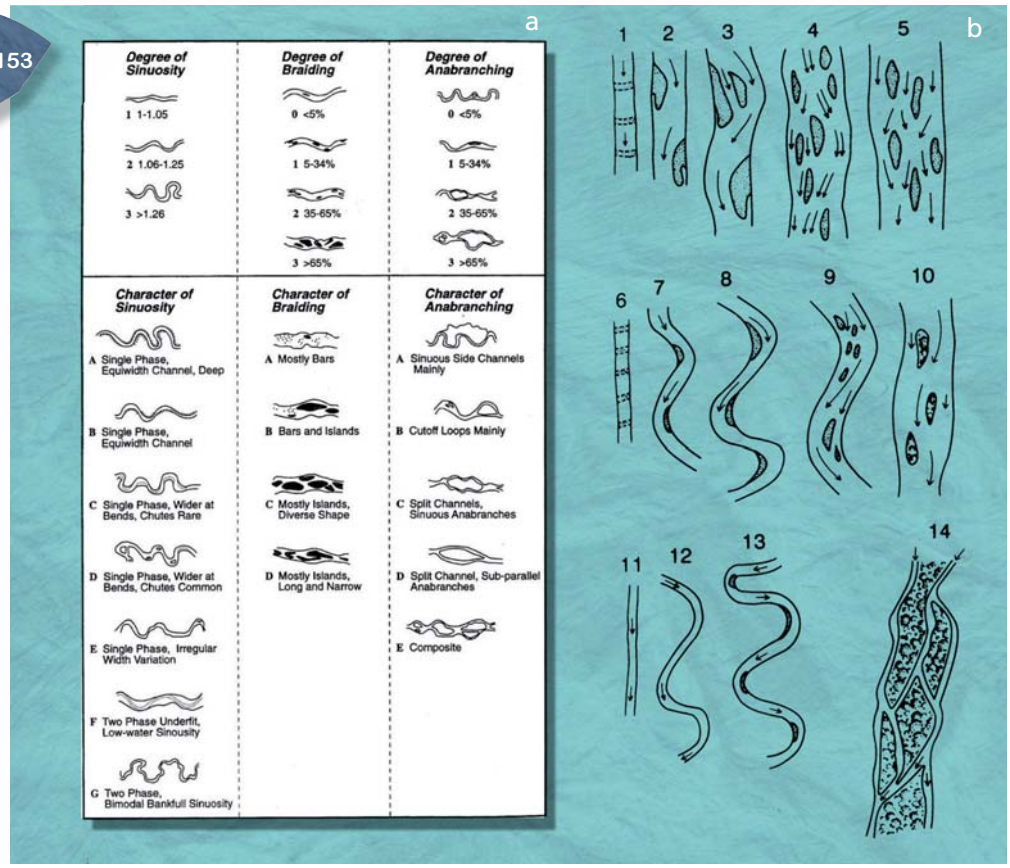
A de nombreux titres, cette approche nous semble toutefois insuffisante pour véritablement caractériser les milieux du point de vue fonctionnel et d'autre part, ne sont caractérisés que 77 000 km de cours d'eau, de rang généralement supérieur à 4.

Quelques typologies étrangères

■ Les classifications « simples »

Il existe dans la littérature de très nombreuses tentatives de classifications des cours d'eau, pour la plupart exclusivement basées sur le style fluvial, c'est-à-dire sur une variable de réponse. Nous n'en présentons que 2 à titre d'exemples, sans les développer.

Figure 153



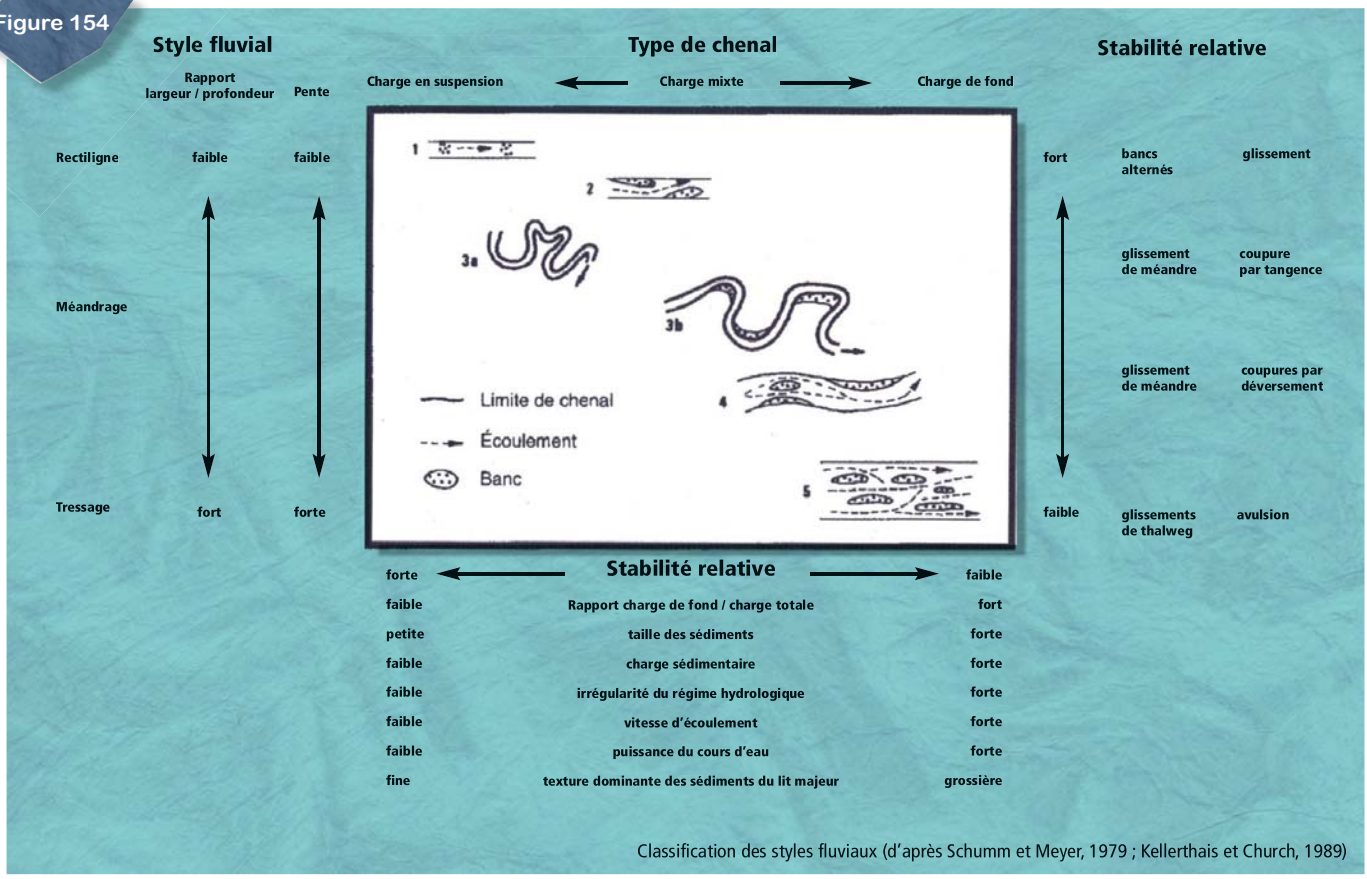
Exemples de classifications des cours d'eau basées sur le style fluvial. (a) Brice (1975), (b) Schumm (1981).

■ Les classifications fonctionnelles

Ces classifications simples ont parfois été couplées à des typologies plus « dynamiques », les styles fluviaux pouvant, rappelons-le, être de bons indicateurs de certains processus ou certaines classes d'intensité de processus hydromorphologiques.

Ainsi, la typologie de Schumm et Meyer simplifiée (1979, figure 154) nous permet de connaître, de manière très qualitative, un certain nombre de caractéristiques fonctionnelles du cours d'eau décrit. La simple détermination du style fluvial permet de savoir si le cours d'eau est dynamique ou non, s'il a une charge alluviale fine, grossière ou mixte, s'il a une puissance faible ou forte, etc.

Figure 154



La typologie dynamique de Schumm et Meyer (1979) in *Bravard et Petit (1997).*

■ La typologie de Rosgen (1996)

La typologie de Rosgen mérite un développement particulier car c'est actuellement, même si elle est souvent critiquée, la plus utilisée aux Etats-Unis.

Elle se présente sous la forme d'une clé de classification dichotomique qui permet d'accéder à deux niveaux de classification.

Niveau I : 9 types

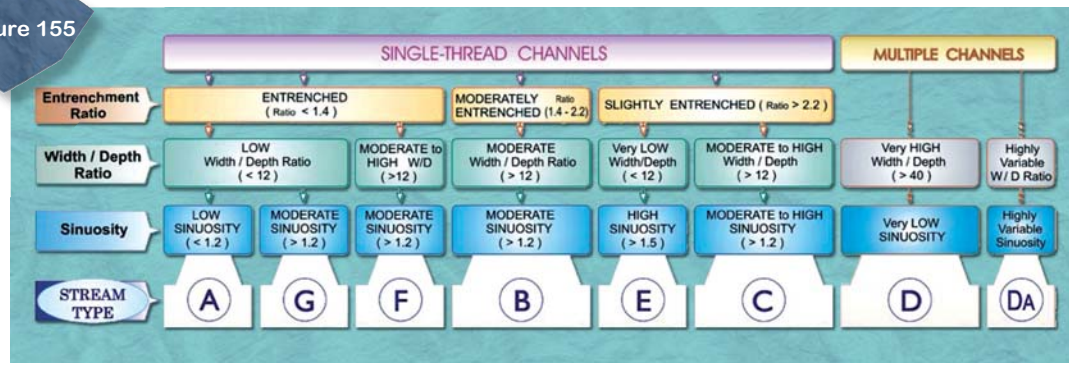
Ce premier niveau est basé sur la détermination des paramètres suivants :

- nombre de chenaux ;
- ratio d'incision (largeur de la vallée à la côte de 2 x la profondeur à pleins bords. A mesurer sur le terrain) ;
- rapport largeur/profondeur à pleins bords (à mesurer sur le terrain) ;
- coefficient de sinuosité.

Ce niveau, comprenant initialement 8 types, a été complété par un type Aa+ spécifique aux cours d'eau de montagne (figures 155 et 156).

A chacun de ces types sont associés des traits géomorphologiques fonctionnels proches de ceux proposés par Schumm et Meyer (1979) : puissance, apports solides, stabilité latérale, etc.

Figure 155



Premier niveau typologique de Rosgen (1994).

Figure 156

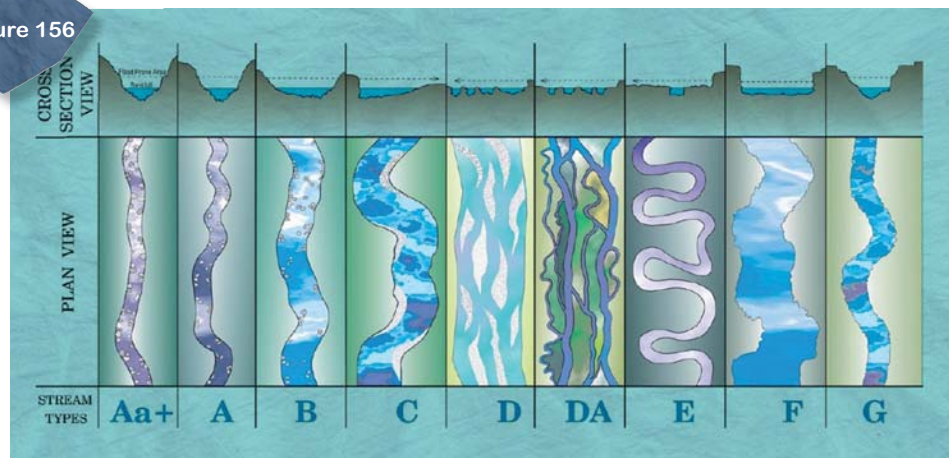
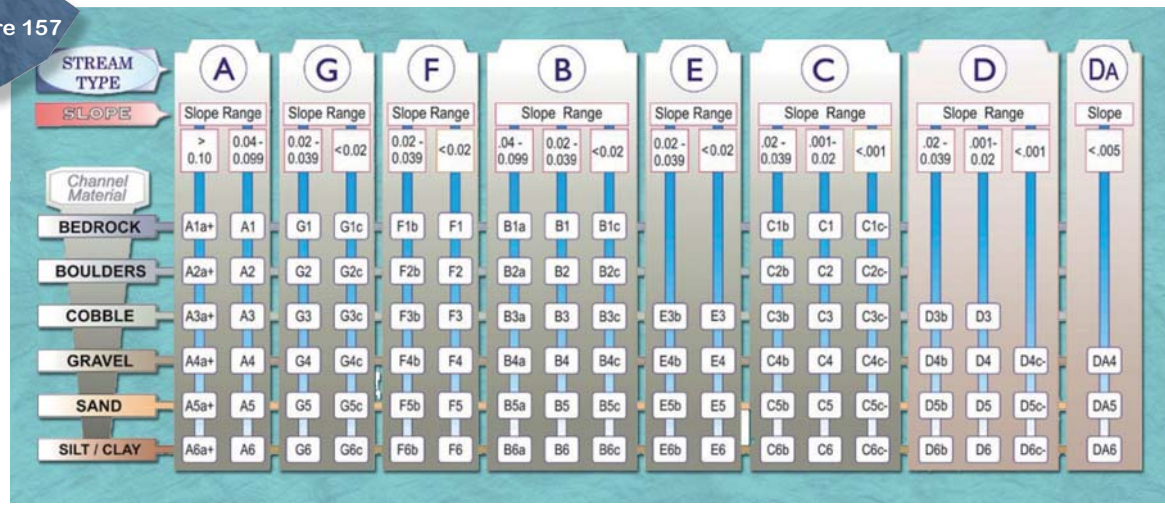


Illustration des profils en travers, ainsi que du tracé en plan du premier niveau typologique de Rosgen.

Niveau II et IIbis : 41 ou 93 types

Le niveau II fait intervenir de manière dichotomique la pente du cours d'eau puis la nature des matériaux du lit. Il aboutit à un classement en 93 types.

Figure 157



Deuxième niveau typologique de Rosgen (1994).

Un niveau intermédiaire à 41 types (la pente n'intervient plus comme variable de classification) a été proposé mais il semble peu utilisé.

Cette typologie (niveaux I et II) a été adoptée dans de nombreux services américains de gestion des cours d'eau. Il est fréquent de trouver dans les publications scientifiques ou techniques la référence à un type « Rosgen » : B3, E5b.

Deux aspects nous amènent néanmoins à formuler quelques critiques quant à la possibilité de sa mise en œuvre en France :

- elle n'est pas simple à appliquer compte tenu du fait que deux des variables dichotomiques majeures nécessitent a priori des mesures de terrain (ratio d'incision et l/p) ;
- elle utilise à la fois des paramètres de contrôle (bedrock en fond de lit) et des variables de réponse (style fluvial, l/p (W/D en anglais), etc.), ce qui est peu satisfaisant du point de vue conceptuel.