

Bulletin Tarn et Garonnais des Techniciens et Agents de Rivières



PRESENTATION DE LA METHODE SALAMANDRE



Méthode d'évaluation de la qualité hydromorphologique des cours d'eau.



Conseil Général du Tarn et Garonne.
S.A.T.E.S.E. – C.A.T.E.R.
19 rue du Docteur LABAT.
82 000 MONTAUBAN
satase@cg82.fr

Ce premier « Bulletin Tarn et Garonnais des Techniciens et Agents de Rivières » se veut être le premier d'une longue famille qui, nous l'espérons, de façon annuelle ou semestrielle, viendra frapper aux portes des différentes structures gestionnaires de nos cours d'eau... Il parlera d'un sujet d'actualité, nous renseignera sur des actions de gestion nouvelles menées sur des territoires voisins, nous informera sur des dates importantes de formations, de colloques ou des visites de chantiers sur le bassin Adour-Garonne que l'on pourrait organiser en commun...

Pour ce premier bulletin nous avons choisi un sujet qui a déjà fait couler beaucoup d'encre et qui en fera encore couler pendant longtemps : l'hydromorphologie.

Les pages suivantes vous présenterons la méthode d'évaluation de la qualité hydromorphologique des cours d'eau Tarn et Garonnais que nous avons développée au sein de notre service.

Mais tout d'abord repositionnons-nous dans le temps et la réglementation...

...En effet, suite à la Directive Cadre sur l'Eau votée en 2000, la France et tous les membres de l'Union Européenne sont tenus de parvenir à restaurer le « Bon état écologique des cours d'eau » à l'horizon 2015, 2021 et 2027...

Ce bon état écologique doit être évalué non plus simplement sur la base de la qualité physico-chimique de l'eau, mais aussi de la qualité biologique des écosystèmes aquatiques.

Cette évaluation s'appuie bien évidemment sur de nombreux indicateurs biologiques (IBGN, Indice Poisson, Indice Diatomée...), mais prend également en compte la qualité du milieu physique, sa dynamique et ses fonctionnalités en tant que corridor biologique.

La DCE a donné lieu à une première évaluation de la qualité des masses d'eau du bassin Adour-Garonne et permis de déterminer leur état écologique (Bon état, RNABE, MEFM).

Cet état des lieux établit ainsi un premier bilan du niveau d'altération écologique de nos cours d'eau et permet de prendre la mesure des actions à engager afin de répondre aux engagements pris par la France devant nos partenaires européens.

Cependant, les gestionnaires de cours d'eau et (ou) de bassin-versants ne disposent pas actuellement d'outils permettant d'évaluer dans le détail la qualité hydromorphologique du réseau hydrographique dont ils ont la charge.

Or, ces derniers sont la cheville ouvrière sur laquelle doivent pouvoir s'appuyer les services de l'Etat et les différents partenaires financiers afin de mettre en œuvre les mesures nécessaires à l'atteinte des objectifs fixés par la DCE.

Dans le cadre de ses missions de conseil et d'animation du réseau des techniciens de Rivières du Tarn et Garonne, la CATER 82 a donc développé cet outil informatique permettant une évaluation simplifiée et opérationnelle de la qualité hydromorphologique des cours d'eau à l'échelle du tronçon de rivière (de 500m à 3.5 km).

Pour cela, une large batterie de paramètres et indicateurs ont été identifiés et calculés.

Ces derniers ont ensuite été regroupés par thématique et pondérés en fonction de leur importance dans la description des phénomènes observés afin d'obtenir une notation des 3 compartiments suivants : **Etat des Berges, Etat du Lit, Etat des Habitats**.

Le regroupement de ces 3 compartiments permet finalement d'obtenir une note sur la **Qualité Hydromorphologique** du tronçon.

Une agrégation des résultats obtenus à l'échelle du tronçon peuvent également permettre d'obtenir une vision générale de l'état de conservation du milieu physique à l'échelle de la Masse d'eau.

Cette évaluation simplifiée n'en est pour autant pas simpliste et s'appuie sur le travail de recherche de nombreux bureaux d'étude et laboratoires de recherche (Cemagref, ONEMA, IRSTEA...).

METHODOLOGIE :

Cet outil s'appuie sur l'élaboration d'indicateurs diversifiés permettant d'obtenir une vision globale, critique et normée de la qualité hydromorphologique des cours d'eau .

Il s'appuie sur une grille de terrain organisant la prise de données sur **des paramètres** le plus souvent **descriptifs ou quantitatifs**.

Il est en effet important de limiter toute interprétation et analyse sur le terrain afin de ne pas biaiser le fonctionnement du modèle informatique.

Ces données sont ensuite saisies sur des formulaires informatiques et permettent ainsi de calculer **des indices** nécessaires pour le classement des tronçons selon une typologie proposée par l'Agence de l'Eau et adaptée au contexte local Tarn et Garonnais.

Le croisement des données de terrain et de la typologie du cours d'eau permet ensuite de caractériser la qualité des 3 compartiments suivants ou **Indices Intégrateurs** :

- **Etat des berges,**
- **Etat du lit et des écoulements,**
- **Etat des habitats.**

Ce système d'analyse permet en fin de compte d'agrèger les 3 compartiments pour donner une qualité globale (**Indice Intégrateur Final : Qualité Hydromorphologique**), mais aussi de faire une « analyse thématique » afin d'identifier les paramètres déclassants et d'orienter de ce fait les programmes de restauration vers des mesures permettant d'envisager leur amélioration, but final de cette démarche.

I. TYPOLOGIE DES COURS D'EAU

Cette typologie classe les cours d'eau tarnais en 6 familles de cours d'eau.

Il s'appuie pour cela sur les 5 paramètres :

- Largeur du lit
- Largeur vallée / largeur lit
- Pente du lit
- Substrat dominant
- Encaissement du lit

I – 1 : Ruisseau, tête de bassin



Largeur du lit < 3 mètres.

Ruisseau de tête de bassin versant.

Sont regroupés dans cette famille tous les cours d'eau ayant un lit mineur (largeur du lit de plein bord) d'une largeur inférieure à 3 mètres.

Cette typologie simplifiée nécessite un niveau de précision supplémentaire pour l'analyse de certains indicateurs (ex : sinuosité du lit) mais permet toutefois d'obtenir un niveau de renseignement pertinent pour de nombreux paramètres (densité d'atterrissements, granulométrie).

I – 2 : Torrent



Larg. lit majeur / Larg. lit mineur < 5.

1.4 % < Pente du Lit

Substrat dominant : Blocs Galets.

Encaissement du lit < 8m.

Torrent.

Les torrents et rivières torrentielles sont caractérisées par un lit mineur rectiligne, une vallée encaissée et étroite, une pente du lit élevée ($p > 1,4\%$) et un substrat dominant à base de blocs rocheux et de galets.

I – 3 : Zone de gorge

5 < Larg. lit majeur / Larg. lit mineur < 10

0.8% < Pente du Lit < 1.4 %.

**Substrat dominant : Blocs/Galets ou
Galets/Gravier.**

Encaissement du lit < 8m.



L'Aveyron en amont de Montricoux.

Cette typologie se rencontre essentiellement sur l'Aveyron et la Vère.

Ces secteurs se caractérisent par des vallées très encaissées et assez étroites (largeur vallée / largeur du lit compris entre 5 et 10), une pente du lit assez forte (de 0.8 à 1.3%) et une granulométrie du lit grossière (blocs, galets, gravier).

I – 4 : Zone de piémont



10 < Larg. lit majeur / Larg. lit mineur

0.8% < Pente du Lit < 1.4 %.

Substrat dominant : Galets/Gravier.

Encaissement du lit < 8m.

Zone de piémont.

Cette zone correspond à la transition entre les zones torrentielles ou de gorges et les zones de plaines. La vallée s'est fortement élargie et le lit a gagné en sinuosité mais la pente du lit reste encore élevée (de 0.8 à 1.3%) et la granulométrie des sédiments reste assez grossière (blocs, galets, gravier). Nous nous trouvons dans une zone de dépôt et de transfert des sédiments de l'amont vers l'aval (cône de déjection).

I – 5 : Cours d'eau de plaine

10 < Larg. lit majeur / Larg. lit mineur

0 % < Pente du Lit < 0.8 %.

Substrat dominant : Gravier/Sable ou Sable/Limon.

Encaissement du lit < 8m.



Cours d'eau de plaine

Cette zone correspond aux secteurs de cours d'eau avec une vallée très large, une pente du lit assez faible ($p > 0.8\%$) et un substrat à granulométrie fine (gravier, sable, limon).

Ces zones sont naturellement des zones à méandrage actif, avec des capacités de charriage assez limitées.

Ces zones sont fortement impactées par les activités humaines (urbanisation, agriculture, ouvrages hydrauliques, voirie...) et les secteurs préservés sont peu fréquents.

I – 6 : Cours d'eau de plaine encaissée



10 < Larg. lit majeur / Larg. lit mineur

0 % < Pente du Lit < 0.8 %.

Substrat dominant : Gravier/Sable ou Sable/Limon.

8m < Encaissement du lit.

Le Tarn à Villebrumier

Cette dernière typologie répond à une particularité des cours d'eau Tarn et Garonnais confluant dans la rivière Tarn.

En effet, le lit de la rivière Tarn s'est très fortement incisé durant la période du Würms (-10 000 ans) suite à la fin de la dernière période glaciaire, provoquant une érosion régressive de tous ces affluents depuis leur confluence jusqu'aux zones de piémont.

Ce phénomène a eu pour conséquence d'isoler ces cours d'eau d'une grande partie de leur lit majeur et de figer le tracé en plan de leur lit mineur.

Le paramètre « Encaissement du lit » (H>8m) a donc été rajouté aux paramètres permettant d'identifier les cours d'eau de plaine.

TABLEAU DE DEFINITION DES TYPOLOGIES DE COURS D'EAU

TYOLOGIE	PARAMETRES	CLASSE	CODE 1	TOTAL 1	CODE 2	TOTAL 2	CLASSES
TETE DE BASSIN	Largeur du lit <= 3 m						
TORRENT	Largeur vallée / largeur lit	< 5	1	4	1	4	X < 8
	Pente du lit	p>1,4%	1		1		
	Substrat dominant	Blocs/galets	1		1		
	Encaissement du lit	< 8m	1		1		
ZONE DE GORGE	Largeur vallée / largeur lit	10 < e < 5	4	8	4	9	8 <= X < 12
	Pente du lit	0,8% < p < 1,4%	2		2		
	Substrat dominant	Blocs/galets - Galet/gravier	1		2		
	Encaissement du lit	< 8m	1		1		
ZONE DE PIEMONT	Largeur vallée / largeur lit	> 10	7	12	7	12	12 <= X < 14
	Pente du lit	0,8% < p < 1,4%	2		2		
	Substrat dominant	Galet/gravier	2		2		
	Encaissement du lit	< 8m	1		1		
COURS D'EAU DE PLAINE	Largeur vallée / largeur lit	> 10	7	14	7	15	14 <= X < 18
	Pente du lit	0% < p < 0,8%	3		3		
	Substrat dominant	Gravier/sable - Sable/Limon	3		4		
	Encaissement du lit	< 8m	1		1		
COURS D'EAU DE PLAINE ENCAISSE	Largeur vallée / largeur lit	> 10	7	18	7	19	X >= 18
	Pente du lit	0% < p < 0,8%	3		3		
	Substrat dominant	Gravier/sable - Sable/Limon	3		4		
	Encaissement du lit	> 8m	5		5		

II. DESCRIPTION DES INDICATEURS

A- INDICATEURS DE LA QUALITE DES HABITATS

Ce compartiment s'attache à évaluer la qualité du biotope « Rivière » à partir d'indicateurs prenant en compte différents aspects du rôle et fonctionnement écologique du cours d'eau :

1- Indice annexes fluviales

INDICE ANNEXES FLUVIALES	
5/Km ≤ densité	1
3/Km ≤ densité < 5/km	2
1/Km ≤ densité < 3/km	3
densité < 1/km	4

Cet indice rend compte de la diversité et du nombre d'annexes fluviales présentes dans l'espace de mobilité du cours d'eau au niveau du tronçon inspecté (Bras morts, forêt alluviale, bras de crue, zones humides dépendant ou ayant été créées par le cours d'eau). Il est calculé sur la base d'une densité d'annexes par km de rivière, puis ces résultats sont répartis dans quatre classes de densités auxquelles sont affectées une note allant de 1 à 4.

2- Indice cloisonnement

INDICE DE CLOISONNEMENT	
densité = 0 seuil / km	0
0 < densité ≤ 0,2	1
0,2 < densité ≤ 0,5	2
0,5 < densité ≤ 1	3
1 < densité	4

Cet indice correspond à la densité de seuils artificiels par km de rivière. Les seuils artificiels franchissables sont également pris en compte du fait de leur effet cumulé. Les ruptures de pentes naturelles, dues à la présence d'embâcles ou de chutes naturelles ne sont pas prises en compte dans le calcul de cet indice. En effet, nous nous attachons uniquement à évaluer l'impact de l'anthropisation du milieu vis-à-vis de ses diverses fonctionnalités.

3- Indice bois mort

INDICE BOIS MORT	
4 à 6	1
7 à 9	2
10 à 12	3
13 à 16	4

Cet indice prend en compte l'importance des débris ligneux pour la vie aquatique (caches, supports de vie, source de nourriture, lieu de reproduction, postes de chasse...). Ils participent à la diversification des faciès d'écoulement et donc de la granulométrie. Les arbres morts de la ripisylve participent de cette même logique et sont le témoin du niveau d'artificialisation des boisements alluviaux.

4- Indice ripisylve

L'indice ripisylve rend compte de l'état de la végétation riveraine, compartiment primordial dans le fonctionnement écologique mais aussi hydraulique du cours d'eau : support de vie, source de nourriture, lieu de reproduction, stabilisation des berges, filtration des pollutions diffuses, limitation du réchauffement des eaux, ralentissement des vitesses d'écoulement...

Les indicateurs retenus sont les suivants :

- Etat sanitaire :

ETAT SANITAIRE	
Bon	2
Mauvais	4

Cet indicateur prend en compte l'état sanitaire global de la ripisylve.

Ne doivent pas être retenus le dépérissement naturel de quelques vieux arbres ou arbres écorcés suite aux crues mais uniquement les dépérissements massifs suite à une attaque parasitaire (graphiose de l'orme, phytophthora de l'aulne...) ou à l'inadaptation d'une essence au milieu (dessèchement de peupliers...).

- **Adaptation / stabilité :**

ADAPTATION / STABILITE	
Bon	2
Mauvais	4

Cet indicateur permet d'évaluer l'adaptation des essences présentes aux contraintes du milieu. Un peuplement uniquement composé de peuplier de culture par exemple ne sera pas considéré comme étant adapté.

- **Etagement :**

ETAGEMENT	
Bon	2
Mauvais	4

Cet indicateur permet d'évaluer la présence de toutes les strates de la végétation au niveau de la ripisylve. Cette information est effet révélatrice de la capacité du peuplement à se régénérer, se perpétuer et assurer ces fonctions naturelles (maintien des berges, captage des

nutriments, réservoir de biodiversité...).

- **Continuité :**

CONTINUITE	
Bon	2
Mauvais	4

Cet indicateur permet d'évaluer la continuité du corridor boisé sur les deux berges du cours d'eau.

- **Diversité :**

DIVERSITE	
Bon	2
Mauvais	4

La diversité du peuplement nous renseigne sur la capacité de ce dernier à résister face aux agressions et stress qu'il subi au fil des crues, sécheresses, tempêtes, attaques parasitaires...

Un peuplement diversifié sera plus à même de faire face à ces aléas du fait de son grand choix d'espèces, de la dispersion des individus et de la complémentarité interspécifique (systèmes racinaires, espèces héliophiles...).

- **Largeur :**

LARGEUR	
Supérieur à 5m.	1
de 1 à 5 m	2
Rideau	3
Absente	4

Cet indice est obtenu en faisant la moyenne des niveaux de largeur de la ripisylve sur les deux berges. Les valeurs avec une décimale sont arrondies au chiffre supérieur.

Cette donnée nous permet de juger de la qualité du peuplement et de sa capacité à remplir ses fonctions (filtre, maintien des berges, diversité des habitats...). En effet, une largeur minimale est nécessaire pour permettre une dynamique propre aux peuplements forestiers alluviaux (effet de lisière, gradient bois tendre / bois dur).

INDICE RIPISYLVE	
11 à 12	1
13 à 15	2
16 à 19	3
20 à 24	4

La pondération des ces 6 indicateurs retenus pour qualifier la qualité de la ripisylve permet d'obtenir un indice de qualité allant de 1 à 4.

5- Indice de modification des écoulements

INDICE MODIFICATION DES ECOULEMENTS	
Taux = 0	0
0 % < Taux ≤ 10%	1
10% < Taux < 20%	2
20% < Taux < 60%	3
60% < Taux < 100%	4

Cet indice met en évidence l'impact des aménagements et travaux sur les écoulements du cours d'eau.

Les critères pris en compte sont la longueur cumulée de plans d'eau, la longueur de cours d'eau rectifié et la longueur de cours d'eau recalibrés. Ces deux derniers indicateurs sont également repris par l'indice de modification des berges, mettant ainsi bien en évidence l'impact des ces aménagements sur l'hydromorphologie du cours d'eau.

6- Indice atterrissements

INDICE ATERRISSEMENTS	
8 U/km < densité	1
5 U/Km < densité ≤ 8 U/Km	2
1 U/km < densité ≤ 5 U/Km	3
0 U/km < densité ≤ 1 U/Km	4

Cet indice rend compte de la diversification du lit et des écoulements par la présence d'îles et atterrissements dans le cours d'eau.

Cet indicateur n'est pertinent que pour les cours d'eau ayant un lit assez large (Largeur >10m). Pour les petits ruisseaux, la note de 1 est donnée par défaut.

A	INDICE INTEGRATEUR DE LA QUALITE DES HABITATS.	
	4 à 6	1
	7 à 12	2
	13 à 17	3
	18 à 24	4

Ces 6 indices permettent en les intégrant d'obtenir une image représentative de la qualité globale des habitats aquatiques et (ou) inféodés aux cours d'eau.

Quatre classes de qualité (1-2-3-4) ont été définies en classant les tronçons d'analyse selon la note cumulative qu'ils ont obtenus pour chaque indice analysé.

B - INDICATEURS DE L'ETAT DU LIT

1- Indice diversité des écoulements

INDICE DIVERSITE ECOUEMENTS	
Plus de 5 types	1
4 à 5 types	2
2 à 3 types	3
1 type	4

Cet indicateur participe à l'évaluation de l'état du lit. Il est calculé en dénombrant les différents faciès d'écoulement présents sur le tronçon.

Les types de faciès proposés sont au nombre de 6 : **radier, plat lentique, plat lotique, mouille, rapide et cascade.**

Cette approche fait abstraction des types de faciès auxquels nous avons affaire. Nous partons du postulat qu'une grande diversité des types d'écoulement est révélatrice d'un bon état physique du cours

d'eau. Cette note est cependant pondérée par la typologie du cours d'eau.

En effet les grandes rivières et les torrents auront naturellement une diversité de faciès moins élevée que les autres, à qualité égale.

ECOUEMENTS	TORRENT	LARGES RIVIERES (L>30m)	AUTRES
1 type	4	4	4
2 à 3 types	2	2	3
4 à 5 types	1	1	2
6 types	1	1	1

2- Indice fonctionnalités hydrauliques

- Connexion au lit majeur :

CONNEXION DU LIT MAJEUR	
Oui	1
Non	2

Ce paramètre permet la mise en évidence du fonctionnement hydrologique du cours d'eau avec son lit majeur ou champ d'expansion de crue.

Les cours d'eau modifiés se trouvent souvent isolés de leurs champs de crue, altérant leur fonctionnement.

- Colmatage du lit :

COLMATAGE DU LIT	
Nul	1
Faible	2
Moyen	3
Important	4

Cet indice prend en compte le colmatage biologique (biofilm) du lit du cours d'eau ainsi que la présence de sédiments fins déposés sur des sédiments plus grossiers, cohérents avec la typologie du cours d'eau sur la zone étudiée. Ce colmatage est le signe d'une dégradation de la qualité physico-chimique de l'eau, du fonctionnement hydromorphologique du cours d'eau (absence de chenal d'étiage, succession de plans d'eau, rectification, recalibrage, destruction de la ripisylve...), mais aussi du bassin versant (érosion des sols, fuite des nutriments vers le cours d'eau...).

- Chenal d'étiage :

CHENAL D'ETIAGE	
Oui	1
Non	2

Cet indicateur est pris en compte sous une forme binaire (oui / non). Il permet d'évaluer la capacité du cours d'eau à supporter les période de faible débit en concentrant la lame d'eau et en maintenant des vitesses d'écoulements suffisantes pour limiter le réchauffement des eaux, limiter le colmatage...

- Débit réservé :

DEBIT RESERVE	
Non	1
Oui	2

Cet indicateur est pris en compte sous une forme binaire (oui / non). Il intègre les problèmes liés aux prises d'eau sans restitution à l'aval (plan d'eau, grosses station de pompage), ou plus bas sur le cours d'eau (Prise d'eau hydro-électrique). Ce facteur impacte fortement la vie et la dynamique du cours d'eau.

- Intensité des étiages :

Intensité des étiages	
Faible	1
Fort	2

Ce paramètre est pris en compte sous forme binaire (faible/forte). Il permet de mettre en évidence la problématique des assècs récurrent qui pèsent sur certain tronçon. Ou au contraire, les secteurs alimentés de façon permanente par des sources et ne souffrant que rarement d'assec régulier (asséché moins d'une année sur 5). Ce

facteur impacte fortement la vie aquatique, la température des eaux ainsi que le développement algal et le colmatage. La typologie « Tête de bassin » a été classée en 1 du fait que son écoulement puisse être naturellement intermittent.

INDICE FONCTIONNALITE HYDRAULIQUE	
5 à 6	1
7 à 8	2
9 à 11	3
12 à 14	4

Cet indice intermédiaire intègre les différents indicateurs décrits ci-dessus, permettant ainsi de simplifier la lecture de la grille d'analyse.

Il est obtenu en faisant la somme de ces indices. Les résultats sont ensuite ventilés entre les 4 classes décrites ci-contre.

3- Indice cloisonnement

INDICE DE CLOISONNEMENT	
densité = 0 seuil / km	0
0 < densité ≤ 0,2 seuil/Km	1
0,2 < densité ≤ 0,5 seuil/Km	2
0,5 < densité ≤ 1 seuil/Km	3
1 seuil/Km < densité	4

Cet indice est repris dans l'évaluation de l'état du lit afin de prendre en compte l'impact des obstacles dans le lit vis-à-vis du transport solide, du profil en long et de la chenalisation des cours d'eau.

4- Indice granulométrie

INDICE GRANULOMETRIE	
Bon	1
Moyen	2
Dégradé	3

L'indice granulométrie permet d'évaluer la qualité du transport solide du cours d'eau sur le tronçon, mais aussi la qualité de ses habitats aquatiques (ex : frayères) et ses capacités d'autoépuration (espace interstitiel, micro-habitats...)

La double utilisation de ce critère permet de lui donner un poids plus grand dans le calcul de l'indice déterminant l'état du lit.

L'évaluation de la qualité de cet indice s'appuie sur la typologie du cours d'eau, tel que défini ci-contre.

	TORRENT	GORGES	PIEMONT	PLAINE	PLAINE ENCAISSEE	TETE DE BASSIN
BLOC / GALETS	Bon	Bon	Bon	Moyen	Moyen	Bon
GALETS / GRAVIERS	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon
GRAVIERS / SABLE	Mauvais	Moyen	Moyen	Bon	Bon	Moyen
SABLE / LIMON	Mauvais	Mauvais	Mauvais	Moyen	Moyen	Mauvais
SUBSTRATUM	Moyen	Mauvais	Mauvais	Mauvais	Mauvais	Mauvais

5- Indice transport solide

- Indice érosions

INDICE EROSION	
Typologie = Torrent ou Piémont ou 6U/km ≤ densité	1
3U/km < densité ≤ 6U/km	2
1U/km < densité ≤ 3U/km	3
densité ≤ 1U/km	4

Cet indicateur tente d'évaluer la dynamique fluviale à l'œuvre sur le tronçon et des capacités du cours d'eau à se régénérer suite à des dégradations d'ordre anthropiques.

La notation de cet indice prend en compte la typologie du cours d'eau; en effet, les cours d'eau possédant une forte énergie spécifique ont naturellement une densité d'érosions importante et ne sont donc noté par défaut comme étant en bon état.

- Indice atterrissements

INDICE ATTERRISEMENTS	
1U/km < densité ou largeur ≤ 10m	1
0,5 U/km < densité ≤ 1 U/km	2
0,1 U/km < densité ≤ 0,5 U/km	3
densité ≤ 0,1 U/km	4

La densité de bancs alluviaux renseigne aussi sur la charge sédimentaire présente sur le tronçon et donc de la qualité du transport solide. La difficulté à comptabiliser ces derniers sur les petits cours d'eau a été contournée en leur attribuant arbitrairement la valeur 1.

- Indice granulométrie

INDICE GRANULOMETRIE	
Bon	1
Moyen	2
Dégradé	3

L'indice granulométrie est repris afin d'évaluer la qualité du transport solide du cours d'eau sur le tronçon.

La double utilisation de ce critère permet de lui donner un poids plus grand dans le calcul de l'indice déterminant la l'état du lit.

- Indice incision du lit

INDICE INCISION DU LIT	
Taux d'incision < 5%	1
Taux d'incision < 15%, p < 0,2m	2
Taux d'incision < 50%, p < 0,2m Taux d'incision < 15%, p < 0,4m	3
Taux d'incision < 50%, p < 0,4m Taux d'incision > 50%	4

Cet indice dépend de la part du linéaire incisé sur le tronçon étudié et de la profondeur de l'incision en question. Ceci traduit un certain niveau de dégradation du fonctionnement du système "cours d'eau" (transport solide, connexion avec le lit majeur, niveau de la nappe d'accompagnement...)

INDICE TRANSPORT SOLIDE	
4 à 5	1
6 à 9	2
10 à 13	3
14 et +	4

L'indice transport solide prend en compte un compartiment essentiel de l'hydromorphologie, à savoir le transit des matériaux de l'amont vers l'aval. Il est à mettre en relation avec l'incision du lit, la densité d'atterrissements et la densité d'érosions et la granulométrie des sédiments présents dans le lit du cours d'eau.

6- Indice méandrage

INDICE MEANDRAGE	
Très bon	1
Bon	2
Mauvais	3
Très mauvais	4

L'indice méandrage permet une analyse fine du niveau d'anthropisation et du cumul d'opération de curage, rectification, recalibrage par l'homme au cours du temps. En effet, il n'est parfois plus possible d'observer et mettre en évidence de manière précise des travaux anciens ayant modifié la géométrie du lit d'un cours d'eau; On peut par contre facilement noter les conséquences qu'ils ont eu sur le fonctionnement de ce dernier en analysant les paramètres énoncés précédemment.

On peut ainsi évaluer la dérive du coefficient de sinuosité du tronçon par rapport à une sinuosité moyenne propre à chaque type de cours d'eau.

COEF SINUOSITE	TORRENT	GORGES	PIEMONT	PLAINE	PLAINE ENCAISSEE	TETE DE BASSIN		
						pente lit >= 2	pente lit = 1 L/l = 1	pente lit = 1 L/l = 7
Coef. < 1,05 (1)	Bon	Moyen	Dégradé	Mauvais	Mauvais	Bon	Mauvais	Mauvais
1,05 < Coef. < 1,5 (2)	Bon	Bon	Moyen	Dégradé	Moyen	Bon	Bon	Moyen
1,5 < Coef. (3)	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon

6- Indice modification de la géométrie

- Taux de plans d'eau

TAUX DE PLANS D'EAU
Linéaire plan d'eau / linéaire total

Part du linéaire du tronçon impacté par la présence d'un plan d'eau artificiel sur le lit du cours d'eau. Ces aménagements, en modifiant les vitesses d'écoulement et les hauteurs d'eau modifient indirectement la dynamique de transformation des berges (érosion et dépôt, creusement de sous

berges, incision...).

- Taux de rectification

TAUX DE RECTIFICATION
Linéaire rectifié / linéaire total

Part du linéaire visible clairement sur le terrain ayant été rectifié dans le cadre de travaux d'aménagement hydraulique récent (assainissement de terres agricoles, remembrement, travaux routiers, urbanisation...) sans cicatrisation du cours d'eau.

- Taux de recalibrage

TAUX DE RECALIBRAGE
Linéaire recalibré / linéaire total

Part du linéaire ayant fait l'objet de travaux de recalibrage afin d'augmenter le gabarit et donc la capacité d'écoulement du cours d'eau (assainissement des terres, lutte contre les inondations...).

- Taux de busage

TAUX DE BUSAGE
Linéaire busé / linéaire total

Part du linéaire ayant été busé ou recouvert dans le cadre de travaux d'aménagement urbain ou agricole. La disparition complète du cours d'eau dans le paysage détruit entièrement le milieu et ses fonctionnalités

INDICE MODIFICATION GEOMETRIE	
Taux = 0%	1
Taux < 10%	2
Taux <60%	3
Taux >= 60%	4

Ces quatre indices reflètent le niveau d'altération de la géométrie naturelle des berges, qui, selon la typologie du cours d'eau sont plus ou moins inclinées, dissymétriques dans les zones de méandrage, sous cavées et érodées en extrados de méandre...

Cet indice reprend le plus défavorable des quatre taux décrits ci-dessus.

B	INDICE INTEGRATEUR DE LA QUALITE DU LIT	
	6 à 8	1
9 à 13	2	
14 à 20	3	
21 à 27	4	

On obtient un indice global de l'état du lit en cumulant les sept indices précédents.

Les résultats de cette somme sont ensuite classés comme indiqué dans le tableau ci-contre.

C - INDICATEURS DE L'ETAT DES BERGES

Ce compartiment met en évidence le niveau d'altération, ou à l'inverse, celui de naturalité, des berges. Pour cela, les indicateurs retenus évaluent la pression des paramètres les plus souvent observés sur les cours d'eau tarnais, à savoir : l'artificialisation des berges, le piétinement du bétail, la disparition des sous-berges... L'analyse croisée de ces indices donnent au final une note permettant d'évaluer la qualité globale du compartiment berge à l'échelle du tronçon de cours d'eau.

1- Indice sous-berges

INDICE SOUS BERGES	
Forte	1
Moyenne	2
Faible	3
Nulle	4

Ce paramètre rend compte de la qualité des habitats, mais également du degré de "naturalité" des berges.

En effet, l'apparition de sous berge ne peut se faire que dans certaines conditions (possibilité d'érosion des berges en extrados de méandre, présence d'une végétation bien développée en pied de berge...).

Au vu de la difficulté pour définir des classes de densité en fonction du type de cours d'eau ainsi que leur comptage sur le terrain, le

parti d'une approche qualitative a été préférée.

2- Indice piétinement

INDICE PIETINEMENT	
Moins de 5%	0
6 à 12%	1
13 à 30%	2
31 à 60%	3
Plus de 60%	4

Le piétinement des berges par le bétail est un paramètre essentiel dans la dégradation des milieux aquatiques.

Un piétinement excessif dégrade les berges, leur végétation, effondre les abris sous berges, élargi et colmate le lit...

3- Indice anthropisation

TAUX DE RECTIFICATION
Linéaire rectifié / linéaire total

Ce taux nous renseigne sur le degré d'artificialisation des berges suite à des travaux de reprofilage ou de rectification du cours d'eau.

TAUX DE RECALIBRAGE
Linéaire recalibré / linéaire total

Ce taux nous renseigne sur le degré d'artificialisation des berges suite à des travaux de recalibrage du cours d'eau.

TAUX D'ENDIGUEMENT
(Linéaire de digues/2) / linéaire total

Ce taux nous renseigne sur le degré d'artificialisation des berges suite à des travaux d'endiguement du cours d'eau.

Ces aménagements de berge sont ramenés au linéaire de rivière en divisant leur longueur par 2.

ARTIFICIALISATION DE BERGES
Linéaire de Génie civil+(Génie végétal /4))/2 / linéaire total)

Ce taux (nous renseigne sur le degré d'artificialisation des berges suite à des travaux de protection de berges. Ces aménagements de berge sont ramenés au linéaire de rivière en divisant leur longueur par 2.

Les ouvrages de génie végétal sont divisés arbitrairement par 4

car leur incidence sur l'hydromorphologie du cours d'eau est moindre.

INDICE ANTHROPISATION	
Taux < 5%	1
Taux < 12%	2
Taux < 50%	3
Taux > 50%	4

Cet indice prend en compte les différents taux expliqués ci-dessus. Le taux le plus discriminant des quatre est retenu pour donner la note globale.

4 - Indice ripisylve

Nous avons fait le choix d'intégrer l'indice ripisylve à la fois pour « **la Qualité des Habitats** » et ici pour « **la Qualité des Berges** ». En effet, une ripisylve présente avec des espèces adaptées au maintien des berges, de façon large, continue, diversifiée en âge et en espèces le long du cours d'eau donnera à la berge le maximum de fonction au niveau hydraulique et écologique. Il s'agit pour nous d'un compartiment incontournable et primordial pour l'atteinte du bon état écologique des cours d'eau.

- **Etat sanitaire :**

ETAT SANITAIRE	
Bon	2
Mauvais	4

Cet indicateur prend en compte l'état sanitaire global de la ripisylve.

Ne doivent pas être retenus le dépérissement naturel de quelques vieux arbres ou arbres écorcés suite aux crues mais uniquement les dépérissements massifs suite à une attaque

parasitaire (graphiose de l'orme, phytophthora de l'aulne...) ou à l'inadaptation d'une essence au milieu (dessèchement de peupliers...).

- **Adaptation / stabilité :**

ADAPTATION / STABILITE	
Bon	2
Mauvais	4

Cet indicateur permet d'évaluer l'adaptation des essences présentes aux contraintes du milieu. Un peuplement uniquement composé de peuplier de culture par exemple ne sera pas considéré comme étant adapté.

- **Etagement :**

ETAGEMENT	
Bon	2
Mauvais	4

Cet indicateur permet d'évaluer la présence de toutes les strates de la végétation au niveau de la ripisylve.

Cette information est effet révélatrice de la capacité du peuplement à se régénérer, se perpétuer et assurer ces fonctions naturelles (maintien des berges, captage des

nutriments, réservoir de biodiversité...).

- **Continuité :**

CONTINUITE	
Bon	2
Mauvais	4

Cet indicateur permet d'évaluer la continuité du corridor boisé sur les deux berges du cours d'eau. Assurant ainsi son rôle de vecteur de circulation des espèces mais aussi de maintien continu de la berge.

- **Diversité :**

DIVERSITE	
Bon	2
Mauvais	4

La diversité du peuplement nous renseigne sur la capacité de ce dernier à résister face aux agressions et stress qu'il subit au fil des crues, sécheresses, tempêtes, attaques parasitaires...

Un peuplement diversifié sera plus à même de faire face à ces aléas du fait de son grand choix d'espèces, de la dispersion des individus et de la complémentarité interspécifique (systèmes racinaires, espèces héliophiles...).

- **Largeur :**

LARGEUR	
Supérieur à 5m.	1
de 1 à 5 m	2
Rideau	3
Absente	4

Cet indice est obtenu en faisant la moyenne des niveaux de largeur de la ripisylve sur chacune des deux berges. Les valeurs avec une décimale sont arrondies au chiffre supérieur.

Cette donnée nous permet de juger de la qualité du peuplement et de sa capacité à remplir ses fonctions (filtre, maintien des berges, diversité des habitats...). En effet, une largeur minimale est nécessaire pour permettre une

dynamique propre aux peuplements forestiers alluviaux (effet de lisière, gradient bois tendre / bois dur).

INDICE RIPISYLVE	
11 à 12	1
13 à 15	2
16 à 19	3
20 à 24	4

La pondération des ces 6 indicateurs retenus pour qualifier la qualité de la ripisylve permet d'obtenir un indice de qualité allant de 1 à 4.

C	INDICE INTEGRATEUR DE LA QUALITE DES BERGES	
	3 à 5	1
	6 à 8	2
	9 à 12	3
	13 à 16	4

On obtient un indice global de l'état des berges en cumulant les notes des quatre indicateurs exposés ci-dessus. Les résultats sont ensuite classés comme indiqué dans le tableau ci-contre.

QUALITE HYDROMORPHOLOGIQUE

La qualité hydromorphologique du tronçon de cours d'eau étudié nous est donnée par l'analyse croisée des trois compartiments qui le composent, détaillés ci-dessus.

INDICE INTEGRATEUR FINAL DE LA « QUALITE HYDROMORPHOLOGIQUE »	
A+B+C = 3 à 4	TRES BON ETAT
A+B+C = 5 à 7	BON ETAT
A+B+C = 8 à 9	MAUVAIS ETAT
A+B+C = 10 à 12	TRES MAUVAIS ETAT

Quatre classes de qualités ont ensuite été découpées afin de ventiler cette notation de "Très bon état" à "Très mauvais état".

Les 3 compartiments sont d'égale valeur dans l'analyse finale.

Une pondération apparaît cependant au niveau des indices puisque certains sont repris plusieurs fois (ex : indice cloisonnement, indice ripisylve), d'autres paramètres rentrent dans le calcul de plusieurs indices (ex : taux de recalibrage entrant dans le calcul de l'indice d'anthropisation et modification des écoulements), enfin, le positionnement d'un critère dans la chaîne d'analyse lui confère également un poids plus ou moins important dans la notation finale (ex : « Etat sanitaire de la ripisylve » intégré dans un indice synthétisant 6 paramètres, « Indice granulométrie » donnant lieu à une notation directement reprise dans le calcul de l'indice « Etat du lit »).

INDICE ANNEXES FLUVIALES
 INDICE CLOISONNEMENT
 INDICE BOIS MORT
 INDICE RIPISYLVE
 INDICE MODIFICATION DES ECOULEMENTS
 INDICE ATTERRISEMENT

A INDICE INTEGRATEUR DE LA
 QUALITE DES HABITATS

INDICE DIVERSITE DES ECOULEMENTS
 INCIDE FONCTIONNALITES HYDRAULIQUES
 INDICE CLOISONNEMENT
 INDICE GRANULOMETRIE
 INDICE TRANSPORT SOLIDE
 INDICE MEANDRAGE
 INDICE MODIFICATION DE LA GEOMETRIE

B INDICE INTEGRATEUR DE
 LA QUALITE DU LIT

INDICE RIPISYLVE
 INDICE SOUS BERGE
 INDICE PIETINEMENT
 INDICE ANTHROPIISATION

C INDICE INTEGRATEUR DE LA
 QUALITE DES BERGES

INDICE INTEGRATEUR FINAL DE LA « QUALITE HYDROMORPHOLOGIQUE »	
A+B+C = 3 à 4	TRES BON ETAT
A+B+C = 5 à 7	BON ETAT
A+B+C = 8 à 9	MAUVAIS ETAT
A+B+C = 10 à 12	TRES MAUVAIS ETAT

Cette application permet, une fois les données saisies sur plusieurs tronçons, de produire des documents de synthèse comme :

- Le listing des tronçons par cours d'eau avec leurs limites amont et aval :

Listing des tronçons : linéaire et limites amont et aval.

Code tronçon	Longueur	Limite amont	Limite aval
SÉOUN 01	591	Pont du moulin de Borie	Confluence avec le ruisseau de Pech Colory (RD)
SÉOUN 02	1148	Confluence avec ruisseau de Colory (RD)	Confluence avec ruisseau de Belvêze (RD)
SÉOUN 03	800	Confluence avec ruisseau de Belvêze	Font de Lairole
SÉOUN 04	795	Font de Lairole	Ancienne chaussée du moulin de Camière
SÉOUN 05	614	Ancienne chaussée du moulin de Camière	Chaussée au niveau de la confluence avec la Ratale
SÉOUN 06	2582	Chaussée de la confluence avec ruisseau de la Ratale	Ancienne chaussée du moulin de Nouguy
SÉOUN 07	2279	Chaussée du moulin de Nouguy	Chaussée du moulin de Fihol
SÉOUN 08	1180	Chaussée du Moulin de Fihol	100 m en aval du pont de la D60
SÉOUN 09	1377	100 m aval de la D60	Chaussée du Moulin de Sainte Livrade
SÉOUN 10	1317	Chaussée Moulin Sainte Livrade	Chaussée Moulin de Deliac
SÉOUN 11	739	Au niveau du seuil du moulin de Deliac	Seuil Moulin de Coulon
SÉOUN 12	2850	Seuil de Coulon	Seuil de Réski
SÉOUN 13	1537	Chaussée du Réski	Confluence avec le canal de fuite du Moulin de Gayraud
SÉOUN 14	890	Confluence du canal de fuite du Moulin de Gayraud	Chaussée du Moulin de Ramond
SÉOUN 15	2970	Chaussée du Moulin de Ramond	Chaussée du Moulin de Peyré
SÉOUN 16	730	Chaussée du Moulin Lapeyre	Chaussée du Moulin de Jouanery
SÉOUN 17	2032	Chaussée du Moulin de Jouanery	Chaussée du Moulin de Latapie
SÉOUN 18	1979	Chaussée du Moulin de Latapie	Chaussée du Moulin de Faure
SÉOUN 19	1232	Chaussée du Moulin de Faure	Confluence avec le Ruisseau de Majoureu (RD)
Linéaire secteur	27642	m	
Linéaire total	27642	m	

- La synthèse du diagnostic par tronçon reprenant les trois Indicateurs Intégrateurs ainsi que l'Indice Intégrateur Final de la « Qualité Hydromorphologique » :

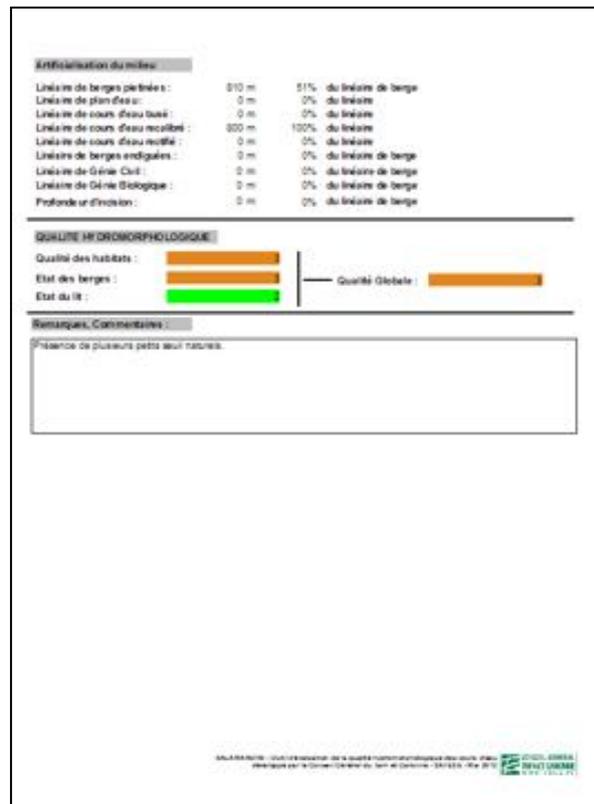
SYNTHÈSE DU DIAGNOSTIC Cours d'eau : Séoune

Secteur	Tronçon	Linéaire	Typologie	Indice HABITAT	Indice BERGES	Indice LIT	État HYDROMORPHO
SÉOUN 01	591	Cours d'eau de plaine	3	3	3	3	3
SÉOUN 02	1148	Cours d'eau de plaine	3	3	3	3	3
SÉOUN 03	800	Cours d'eau de plaine	3	3	3	3	3
SÉOUN 04	795	Cours d'eau de plaine	3	3	3	3	3
SÉOUN 05	614	Cours d'eau de plaine	3	3	3	3	3
SÉOUN 06	2582	Cours d'eau de plaine	3	3	3	3	3
SÉOUN 07	2279	Cours d'eau de plaine	3	3	3	3	3
SÉOUN 08	1180	Cours d'eau de plaine	3	3	3	3	3
SÉOUN 09	1377	Cours d'eau de plaine	3	3	3	3	3
SÉOUN 10	1317	Cours d'eau de plaine	3	3	3	3	3
SÉOUN 11	739	Cours d'eau de plaine	3	3	3	3	3
SÉOUN 12	2850	Cours d'eau de plaine	3	3	3	3	3
SÉOUN 13	1537	Cours d'eau de plaine	3	3	3	3	3
SÉOUN 14	890	Cours d'eau de plaine	3	3	3	3	3
SÉOUN 15	2970	Cours d'eau de plaine	3	3	3	3	3
SÉOUN 16	730	Cours d'eau de plaine	3	3	3	3	3
SÉOUN 17	2032	Cours d'eau de plaine	3	3	3	3	3
SÉOUN 18	1979	Cours d'eau de plaine	3	3	3	3	3
SÉOUN 19	1232	Cours d'eau de plaine	3	3	3	3	3
Linéaire secteur	27642	m					3
Linéaire total	27642	m					ETAT HYDROMORPHO GLOBAL 3

- La synthèse du diagnostic par tronçon reprenant l'ensemble des Indices nécessaires pour le calcul des trois Indicateurs Intégrateurs Lit, Habitat et Berge ainsi que l'Indice Intégrateur Final de la « Qualité Hydromorphologique » (Fiche « Elus ») :



- La synthèse du diagnostic par tronçon avec des données techniques (Fiche « Technicien ») :



- La possibilité de réaliser des exports de la base de données au format Excel pour permettre à la fois une analyse statistique (réalisation de graphiques sous Excel) et représentation cartographique (lien avec une base SIG) :

