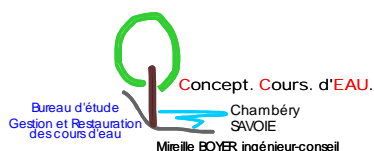




SCHEMA DE RESTAURATION ET DE GESTION DE LA BLEONE ET DE SES AFFLUENTS

ETAT DES LIEUX DIAGNOSTIC : TRANSPORT SOLIDE

JANVIER 2003
N°860070 R2



SOMMAIRE

ANALYSE DU TRANSPORT SOLIDE.....	2
1.1. <i>Introduction</i>	2
1.2. <i>Quantification du transport solide.....</i>	3
1.3. <i>Répartition des apports entre les affluents.....</i>	9
1.4. <i>Variabilité interannuelle du transport solide.....</i>	15
1.5. <i>Aménagements influants sur le lit.....</i>	16
1.6. <i>Evolution du profil en long et bilan volumétrique</i>	24
DIAGNOSTIC PAR SECTEUR.....	27
1. SECTEUR BARRAGE DE TRENTE PAS.....	27
1.1. <i>Evolutions antérieures</i>	27
1.2. <i>Analyse de la situation actuelle</i>	27
1.1. <i>Evolutions à venir sans interventions</i>	28
1.2. <i>Scénarios possibles</i>	28
2. SECTEUR CONFLUENCE ARIGEOL-LA JAVIE.....	28
2.1. <i>evolutions antérieures.....</i>	28
2.2. <i>Analyse de la situation actuelle</i>	29
2.1. <i>Evolutions prévisibles ET SCENARIOS POSSIBLES</i>	30
3. SECTEUR TRAVERSEE DE DIGNE.....	30
3.1. <i>Evolutions antérieures</i>	30
3.2. <i>Analyse de la situation actuelle</i>	30
3.3. <i>Evolutions prévisibles</i>	31
3.4. <i>Scénarios possibles</i>	31
4. SECTEUR STEP DE DIGNE - DUYES.....	32
5. SECTEUR CONFLUENCE DURANCE- CONFLUENCE DUYES.....	32
5.1. <i>Effets du Barrage.....</i>	33
5.2. <i>Effet des extractions.....</i>	33
5.3. <i>Effet du contre canal.....</i>	33
5.1. <i>Analyse de la situation actuelle</i>	34
5.2. <i>Evolutions à venir sans interventions</i>	34
5.1. <i>Scénarios possibles</i>	35
6. SECTEUR BLEONE AMONT.....	35
7. SECTEUR DUYES.....	35
PROFILS EN LONG.....	36

ANALYSE DU TRANSPORT SOLIDE

1.1. INTRODUCTION

1.1.1. CONTEXTE

La Bléone et ses affluents principaux sont des rivières à lit en tresses largement divagant.

Les fortes vitesses d'écoulement en crues permettent de mobiliser d'importantes quantités d'alluvions. En conséquence :

- Dans le lit du cours d'eau, le développement de la végétation est impossible en raison des remaniements fréquents
- Le tracé des berges est fréquemment modifié par des phénomènes d'érosions et de dépôts.

Le lit du cours d'eau occupe une grande partie du fond de vallée et limite ainsi l'étendue des terres cultivables qui, de fait, viennent au plus près du lit. Cette situation incite les riverains à protéger les berges par des endiguements afin de lutter contre les divagations du lit. Ces aménagements se concentrent sur les secteurs les plus habités ce qui explique que les endiguements soient beaucoup plus nombreux sur Digne et en aval tandis que l'amont et les affluents restent relativement préservés.

Les besoins croissants de granulats pour la construction ont conduit à d'importantes extractions dans le lit des cours d'eau. Le rythme d'extraction s'est fortement accéléré ces cinquante dernières années avec l'apparition d'engins de terrassement de grande capacité conduisant à un fort abaissement du lit sur ces sites et perturbant ainsi le transit des alluvions. Sur le bassin versant de la Bléone, la majeure partie des extractions se situe en aval de Digne ; les affluents et l'amont de la Bléone ont été comparativement peu exploités.

D'autre part, la construction des deux barrages hydroélectriques de Malijai et de Trente Pas constitue une deuxième source de perturbation du transit naturel des matériaux solides.

Toutes ces perturbations ont entraîné des modifications du niveau de la rivière qui ont nécessité jusqu'à présent la mise en place et la réparation d'ouvrages onéreux : reprise d'endiguements, seuil, affaissement de ponts...

L'objectif de ce chapitre est de faire le point sur les problèmes actuels liés au transport solide de la Bléone et de ses affluents afin de définir ensuite quelles sont les évolutions à venir et les différentes options de gestion permettant d'assurer une meilleure équilibre des cours d'eau vis-à-vis des enjeux environnementaux et humains.

1.1.2. PRINCIPE D'ANALYSE

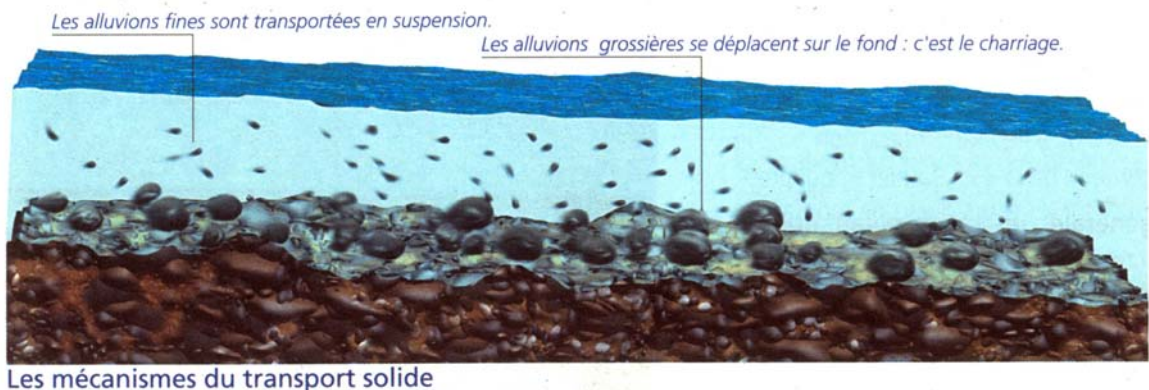
Dans un premier temps, le fonctionnement dynamique de la rivière est analysé suivant un état de référence dénommé abusivement « état naturel » qui correspond au fonctionnement physique du cours d'eau avant les perturbations principales dues aux aménagements hydrauliques et interventions dans le lit de la Bléone et de ses affluents.

Cet état de référence correspond à un état présumé d'équilibre qui permet d'assurer la continuité du transit des éléments solides : Il correspond à un niveau du lit relativement constant sur les cours d'eau où les alluvions sont fréquemment remobilisés (Bléone, Bés aval et Duyes aval). Par contre, à mesure que l'on remonte sur les bassins versants, la variabilité « naturelle » du niveau du lit augmente (torrents très rarement en crue mais transportant alors d'importantes quantités de matériaux). D'autre part, les confluences peuvent connaître des variations de niveau importantes à cause de la non concomitance des crues sur les cours d'eau confluents (La Javie).

L'analyse du fonctionnement naturel permet ensuite de bien cerner l'impact des perturbations (extractions, barrages, seuils, endiguements) sur le niveau du lit de la rivière. Le logiciel CAVALCAD permet de simuler l'ajustement du lit aux diverses perturbations et les vitesses d'évolution du niveau du fond.

1.2. QUANTIFICATION DU TRANSPORT SOLIDE

Le transport des matériaux solides dans le cours d'eau s'effectue de deux manières : par charriage et par suspension.



Le charriage est un transport sur le fond du lit, qui correspond aux alluvions les plus grossières allant du sable jusqu'aux blocs. La suspension est le transport « entre deux eaux » qui concerne les particules fines (argiles, limons).

Dans les rivières torrentielles comme la Bléone, l'équilibre du lit est déterminé par le transport par charriage ; les limons n'interviennent pas dans l'équilibre du fond du lit. Nous nous préoccupons donc uniquement des volumes de matériaux transportés par charriage. Les volumes annoncés par la suite concernent uniquement les matériaux entrant en interaction avec le lit.

La détermination de ces volumes par croisement de plusieurs approches complémentaires :

- La première approche consiste à évaluer la capacité de transport d'un tronçon de rivière à partir d'une formule empirique de transport solide basée sur la chronique des débits liquides, de la pente et de la largeur du cours d'eau ainsi que de la granulométrie des alluvions.
- La seconde approche est basée sur la continuité du transit et une croissance des débits transités à mesure que le bassin versant s'agrandit. La détermination des débits solides se fait par mise en cohérence avec les bassins versants environnants.

Dans la suite du rapport, nous verrons que le calcul brut à partir des formules de transport solide donne une plage de résultats très large tandis que les résultats obtenus par «continuité du transit » sont plus précis et paraissent cohérents avec les évolutions observées sur le terrain.

1.2.1. DEBITS LIQUIDES

L'analyse des débits liquides est issue du volet : « Hydrologie » du présent rapport. Elle se base, d'une part, sur la chronique des débits journaliers enregistrés sur le Bès à la station de Pérouré, et d'autre part sur des éléments de comparaison régionale.

Pour extrapoler les données en tout point du bassin versant, on admet que le débit est proportionnel à la surface du bassin versant. (Voir chapitre : Hydrologie)

Le traitement de la chronique des débits sous la forme de fréquence de non dépassement permet de connaître la part des différentes gammes de débits dans le volume solide total transporté. Une fois ramenée sur une année, on obtient ainsi le débit solide annuel moyen.

Le tableau ci-dessous donne le débit en fonction de la fréquence de non dépassement : (Attention, il s'agit de débits journaliers)

Fréquence de non-dépassement	Débit à la station (m3/s)	Débit à Digne (m3/s)	Débit à Malijai (m3/s)
0.75	2.6	10	14
0.85	4.4	16	24
0.88	5.2	20	28
0.9	5.9	22	32
0.93	7.4	28	40
0.95	8.9	34	48
0.97	11.3	43	62
0.98	13.5	51	74
0.99	17.5	67	96
0.995	22.2	84	121
0.997	26.1	99	143
0.998	29.5	112	161
0.999	35.9	137	197
0.9995	43.3	165	237
0.9998	58.0	221	318
0.9999	72.0	274	394
0.99997	105.0	400	575

Les incertitudes sur les débits extrêmes influent peu sur la quantification du débit solide moyen annuel. En effet, une erreur de 10% sur les débits de fréquence inférieure à 10 ans modifie de moins de 1% le débit solide annuel moyen. Cela s'explique par leur faible fréquence par rapport aux hautes eaux annuelles qui, au total, transportent beaucoup plus.

1.2.2. APPROCHE PAR FORMULE DE TRANSPORT SOLIDE

1.2.2.1. APPLICATION DE LA FORMULE DE LEFORT

Plusieurs formules empiriques (Meyer Peter, Lefort...) réalisées à partir d'essais en laboratoire permettent d'estimer la capacité de transport par charriage en fonction du débit liquide, de la granulométrie, de la pente et de la largeur du lit.

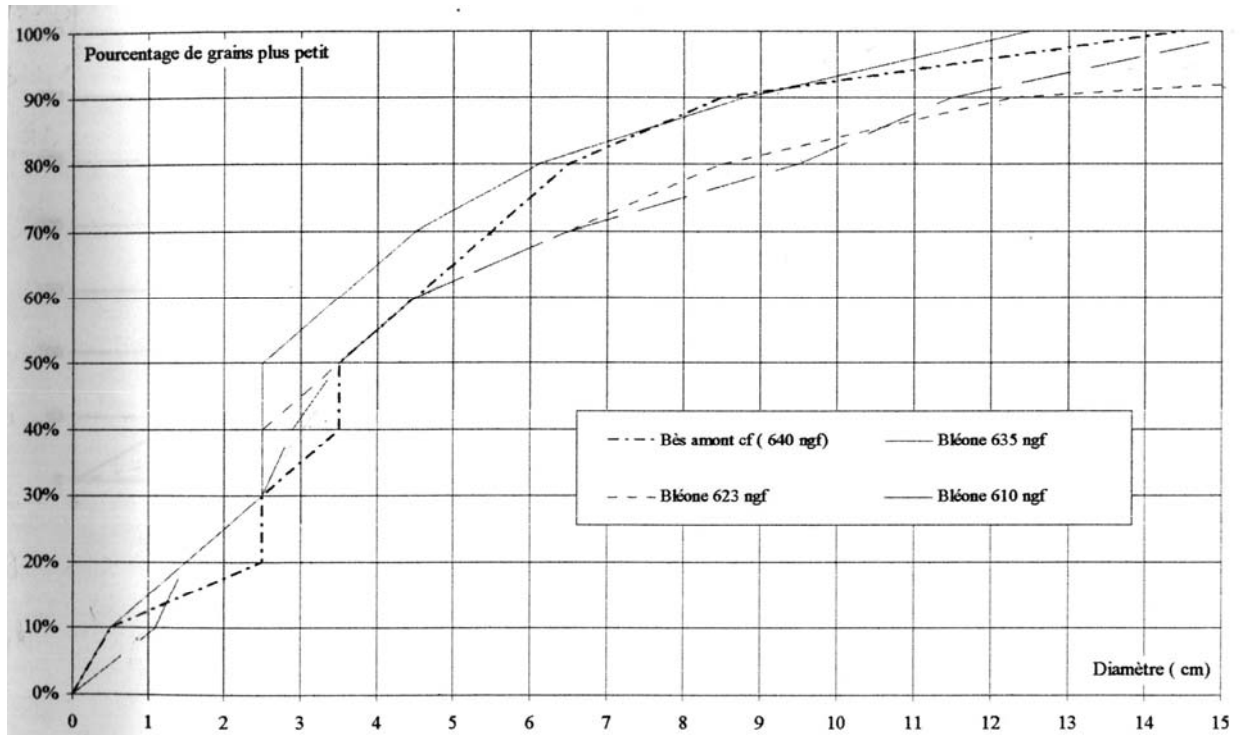
La formule de LEFORT est la mieux adaptée aux rivières en tresses car elle tient compte du fait que le cours d'eau est capable de transporter des matériaux avant que les écoulements n'occupent la totalité de la largeur du lit.

Cependant, ces formules sont extrêmement sensibles aux variations des paramètres d'entrée. Pour exemple, une variation de la pente de 1 pour 1000 fait varier le débit solide annuel moyen de plus de 20% et une diminution de 10% de la granulométrie accroît ce même débit de plus de 30 %.

La détermination du diamètre moyen des alluvions transportées est particulièrement difficile. L'observation de la Bléone tend à dire que sa granulométrie varie peu d'un bout à l'autre. Cependant, il est difficile de le confirmer par des mesures car celles-ci varient fortement d'un échantillon à l'autre selon son lieu de prélèvement. On observe facilement sur le terrain que la granulométrie en tête de banc est beaucoup plus importante qu'à l'aval.

Les sondages effectués par le BCEOM dans le cadre du « Schéma d'aménagement de la Bléone » de 1991 donnent des résultats très variables malgré l'importance des échantillons employés (sondages à la pelle mécanique). Les diamètres médians (d50) obtenus sont très variables (1.8cm, 1.8cm, 3cm, 4cm et 4cm). L'hétérogénéité de ces résultats ne permet pas de déterminer un diamètre moyen suffisamment précis pour quantifier le transport solide de la Bléone.

Dans le cadre des études liées à la voie pénétrante (LEFORT et KOULINSKI), les mesures de diamètres superficiels donne un diamètre moyen compris entre 4.9 et 5.9 cm.



Granulométrie de la Bléone issu de l'étude de l'abaissement du seuil du Grand Pont (ETRM-Lefort).

Nous avons pu observer sur les études de transport solide antérieures qu'il est difficile d'obtenir une précision supérieure à partir de relevés granulométriques ponctuels. Nous retiendrons donc cette plage de granulométrie.

L'application de la formule de Lefort sur de grands tronçons (suffisamment grands que les perturbations locales n'influent pas sur la pente du tronçon) donne les résultats suivants :

Lieu	Pente	Diamètre moyen en cm	Volume annuel en m ³	Volume spécifique en m ³ / km ²	Nbre de jours de charriage par an
Digne	0.87%	4.9	79500	126	40
		5.4	60500	96	29
		5.9	46000	73	22
Malijai	0.75 %	4.9	113500	125	49
		5.4	89700	99	36
		5.9	69800	77	28

L'incertitude sur la granulométrie fait varier pratiquement du simple au double les volumes solides issus du calcul. Cette approche permet cependant de déterminer l'ordre de grandeur des volumes transités annuellement.

Du calcul brut de transport solide, on retiendra les volumes solides annuels suivants:

A Digne : 45 000 à 80 000 m³

A Malijai : 70 000 à 115 000 m³

1.2.3. RESULTATS DES ETUDES ANTERIEURES

Plusieurs études précédemment réalisées sur le bassin versant de la Bléone donnent une estimation des débits solides.

Le tableau suivant présente les débits solides annoncés par les études précédentes :

ETUDE	ANNEE	FORMULE	METHODE	DEBIT SOLIDE
CERIC	1977		Calculé uniquement à partir du débit moyen (La rivière ne transporte pas à ce débit.)	90 000 m ³ /an à malijai
BCEOM	1991	Meyer- Peter	Basé sur une estimation sommaire des crues à diverses périodes de retour (OK) Décroissance du débit solide vers l'aval (?)	170 000 m ³ /an à 90 000 m ³ /an d'amont vers l'aval
LEFORT KOULINSKI (Malijai)	1997		Estimation.	50 000 m ³ /an au niveau du barrage.
KOULINSKI LEFORT (Pénétrante)	1997	Lefort	Calculé à partir de la chronique des débits liquides	45000 m ³ /an à Digne

Dans les études CERIC et BCEOM, les méthodes de quantification employées nous paraissent très contestables.

L'étude de Malijai annonce un débit solide de l'ordre de 50000 m³/s. La méthode d'évaluation n'est pas explicitée et il est bien précisé qu'il s'agit d'un ordre de grandeur.

Pour les études liées à la pénétrante de Digne, l'estimation est basée sur la formule de LEFORT. Les relevés effectués sur le terrain donnent un diamètre moyen compris entre 4.9 et 5.9 cm de diamètre. Le diamètre moyen retenu (environ 5 cm) est cohérent mais son choix n'est pas justifié dans le rapport.

Le volume solide annoncé pour un diamètre moyen de 5 cm environ est de 45000m³/an.

A granulométrie égale, ce résultat est plus faible que notre estimation, cela est du à une hydrologique différente. L'approche faite dans le contexte de l'étude de la pénétrante nous semblait sous-estimer les débits journaliers et par conséquent les volumes de matériaux transportés.

1.2.4. APPROCHE PAR CONTINUITÉ DU TRANSIT.

1.2.4.1. VARIABILITÉ DES FOND A L'ÉTAT NON PERTURBÉ.

Sur les tronçons de rivière non-perturbés, dont le transit est suffisamment fréquent pour lisser les variations du fond dues aux fortes crues, on constate que le niveau du lit est relativement stable à l'échelle humaine. Ce constat traduit une situation d'équilibre entre les quantités de matériaux solides entrantes et sortantes. Une différence se traduirait forcément par des phénomènes de reprises (abaissement) ou de dépôts (exhaussement). Le niveau du lit avant les récentes perturbations (voir chapitre « perturbations ») correspond donc à un état général très proche de l'équilibre à l'échelle humaine.

A très long terme, une tendance à l'exhaussement est possible dans l'état avant aménagement. En effet, sur la Durance on pressant une décroissance des volumes charriés qui, malgré les imprécisions des calculs de transport solide, implique qu'une légère tendance à l'exhaussement sur une échelle de temps géologique est probable. (Voir Etude Globale de la Durance). Dans la logique de continuité du transit, cet exhaussement se propagerait vers l'amont sur la Bléone. Néanmoins, il s'agit là de tendances à l'échelle géologique qui restent imperceptibles à l'échelle humaine. Les temps de réaction ne sont pas à l'échelle des évolutions prises en compte dans l'étude.

Par conséquent, à l'état de référence, on considérera que la continuité du transit est assurée. Dans cet état, les matériaux arrivant en un point sont forcément repris vers l'aval et donc, entraînent une croissance du débit solide vers l'aval.

1.2.4.2. MISE EN COHERENCE A L'ECHELLE DU BASSIN VERSANT DE LA DURANCE

L'étude Globale de la Durance applique la même logique de continuité du transit à l'échelle du bassin versant de la Durance. La répartition des apports est issue de l'analyse de l'évolution des pentes et de la granulométrie ainsi que de la hiérarchisation de l'activité productrice des différents affluents. Sur cette base, les apports de la Bléone y sont estimés à 58 000 m³/an et 83000m³/s.

L'approche est ensuite complétée par un calcul de transport solide sur chaque affluent. Sur la Bléone, les granulométries correspondant aux débits solides obtenus par répartition paraissent un peu fortes par rapport à la granulométrie mesurée. L'étude établit un compromis avec un débit de 95000 m³/s par an pour un diamètre moyen de 50 mm.

1.2.5. DEBIT SOLIDE RETENU

Les réflexions qui précèdent gardent un caractère théorique en raison de la sensibilité aux hypothèses.

Leur validation repose sur leur confrontation avec l'analyse de terrain. Nous verrons que le transit solide annoncé est cohérent avec les évolutions du lit observées, notamment sur les secteurs d'extractions où les évolutions du lit sont régulièrement mesurées.

Nous retiendrons donc les valeurs suivantes à l'aval du bassin versant:

Lieu	Superficie du bassin versant	Pente	Diamètre moyen	Volume annuel	Volume spécifique en m ³ /km ²	Nbre de jours de charriage par an
Malijai	905 km ²	0.75 %	5.3 cm	94000 m ³	104	40

1.3. REPARTITION DES APPORTS ENTRE LES AFFLUENTS

La répartition des apports entre les affluents est basée sur le principe de continuité du transport solide. A l'état d'équilibre, la quantité de matériaux transportés par la Bléone augmente en fonction des apports de ses affluents. En tout point du bassin versant, la quantité de matériaux transportés à l'état d'équilibre est donc égale à la somme des apports des bassins versants situés en amont.

Par conséquent, le principal facteur de répartition des apports entre les affluents est la surface de chaque bassin versant :

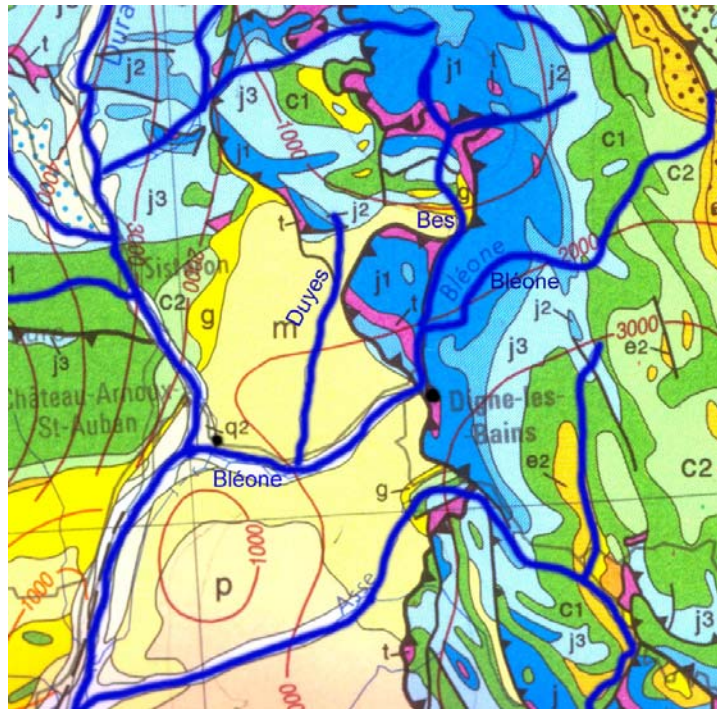
Première répartition des apports au prorata des bassins versants		
Bassin versant	Sup BV	Volume brut à proportion du BV
	(km ²)	(m ³ /an)
Bléone amont Javie	153	15892
Arigéol	66	6855
Arigéol - Bès	93	9660
Bès	233	24201
Bès - Eaux Chaudes	23	2389
Eaux Chaudes	61	6336
Eaux Chaudes - Duyes	107	11114
Duyes	125	12983
Aval Duyes	44	4570
TOTAL	905	94000
Amont Bès	312	32407
Digne Grand Pont	568	58997
Amont Duyes	736	76446

Cependant, il est nécessaire de pondérer ces valeurs en fonction de plusieurs paramètres tels que la géologie des versants et la situation des bassins versants. (Voir chapitres suivants)

1.3.1. RAPPEL DU CONTEXTE GEOLOGIQUE

Le type de terrain influe directement sur la capacité des versants à produire des matériaux.

La carte ci-dessous présente les grandes structures géologiques sur le bassin versant de la Bléone :



On peut identifier 3 grands ensembles:

Les poudingues de Valensole (Rose et jaune pâle), il s'agit de conglomérats comportant une proportion importante de galets. Ils sont facilement érodables et constituent une source importante de matériaux pour la rivière. On rencontre ce type de terrain sur les versants de la Bléone de Digne à la confluence avec la Durance et ainsi que sur les Duyes. La taille des cônes de déjection des torrents témoigne de l'importance des apports. A proximité de Digne, les terrains sont plus sableux et produisent un peu moins de matériaux.

Les calcaires (Vert et jaune orange). Les calcaires sont des roches très dures et produisent donc des matériaux de diamètre important. Leur situation en amont du bassin versant est propice à l'érosion des versants (phénomène de gélifraction et pentes importantes) et compense largement le fait que la roche soit difficilement érodable. On retrouve ces roches en amont de la Bléone, l'Arigéol et du Bes.

Les marnes (Bleue et violet). Les marnes sont facilement érodables et très productrices de matériaux solides en suspension mais peu par charriage. Cependant, l'essentiel des matériaux sont très fins et transitent en suspension, et n'influent donc pas sur le niveau du lit. Les quelques éléments grossiers qui atteignent les rivières sont rapidement réduits par effet de roulage. On retrouve ces types de terrain sur la Bléone de la Javie à Digne, le Bouinenc et la partie aval du Bes.

1.3.2. CALCUL DE TRANSPORT SOLIDE SUR LES AFFLUENTS MAJEURS

Les principaux affluents tels que le Bès, les Duyes et la Haute Bléone transportent des matériaux suffisamment souvent pour que leur niveau varie peu à l'état d'équilibre. Il est donc possible d'appliquer une formule de transport solide de Lefort pour déterminer l'ordre de grandeur des volumes solides transités.

1.3.2.1. SUR LES DUYES :

Lieu	Superficie du bassin versant	Pente	Diamètre moyen	Volume annuel	Volume spécifique en m ³ /km ²	Nbre de jours de charriage par an
Duyes	125 km ²	1.6 %	5.5 cm	24800 m ³	198	21
			6 cm	18600 m ³	150	17
			6.5 cm	13700 m ³	110	13

La pente importante des Duyes et la taille limitée de son bassin versant (faible tri granulométrique) conduisent à considérer une granulométrie supérieure à celle de la Blèone.

► Dm Duyes > 53 mm = Qs < 25000 m³/an

D'autre part, la géologie des versants des Duyes est très productrice de matériaux. Le débit solide spécifique est donc supérieur à la valeur moyenne sur l'ensemble du bassin versant de la Blèone.

► Qs > 104 m³/km²/an = Qs > 12900 m³/ an

Ainsi, le débit solide des Duyes est compris entre 13000 et 25000 m³ par an.

A défaut de pouvoir estimer plus précisément cette valeur, nous retiendrons une valeur moyenne de **18 600 m³/an pour un diamètre moyen de 60 mm.**

Cette valeur correspond à un coefficient de pondération de 1.43 par rapport à la répartition par surface. Nous appliquerons cette valeur à l'ensemble des bassins versants présentant une géologie similaire.

1.3.2.2. SUR LE BES

Lieu	Superficie du bassin versant	Pente	Diamètre moyen	Volume annuel	Volume spécifique en m ³ /km ²	Nbre de jours de charriage par an
Bes	233 km ²	1.3 %	4.8 cm	25300 m ³	108	23
			5.0 cm	22200 m ³	95	19
			5.2 cm	19300 m ³	83	17
			5.4 cm	16500 m ³	70	14

Les marnes sont prédominantes sur la moitié aval du bassin versant. En comparaison aux bassins versants ayant une géologie plus productrice, les apports solides sont donc relativement faibles. Le débit solide spécifique est donc inférieur à la valeur moyenne de l'ensemble du bassin versant de la Blèone

► Qs < 104 m³/km²/an = Qs < 24200 m³/ an

Les versants produisant les matériaux solides se situent vers l'amont du bassin versant tandis que les versants aval produisent peu de matériaux de gros diamètre (les torrents de Descoures et de Val Haut ainsi que les versants au sud de Verdaches sont particulièrement productifs). A proximité de la confluence, les matériaux issus de l'amont ont déjà subi un important tri granulométrique et les matériaux issus des versants aval sont de diamètre plutôt petit (alluvions plus facilement friable). Le diamètre moyen sur le Bès est donc inférieur aux diamètres moyens rencontrés sur la Bléone.

► Dm Bès < 53 mm = Qs > 17900 m3/an

Ainsi, le débit solide du Bès est compris entre 18000 et 24000 m3 par an.

A défaut de pouvoir estimer plus précisément cette valeur, nous retiendrons une valeur moyenne de **21 000 m³/an pour un diamètre moyen de 51 mm.**

Cette valeur correspond à un coefficient de pondération de 0.87 par rapport à la répartition par surface. Nous appliquerons un coefficient similaire à l'ensemble des bassins versants présentant une géologie semblable.

1.3.2.3. SUR LA BLEONE AMONT

Lieu	Superficie du bassin versant	Pente	Diamètre moyen	Volume annuel	Volume spécifique en m ³ /km ²	Nbre de jours de charriage par an
Bléone	154 km2	1.75 %	5.3 cm	25200 m3	163	19
amont			5.5 cm	22100 m3	143	17
			5.7 cm	19200 m3	124	14
			5.9 cm	17100 m3	110	12
			6.1 cm	15100 m3	98	10

Le haut bassin versant de la Bléone est très productif en matériaux. Les versants calcaires du bassin versant y sont élevés et abrupts. Le débit solide spécifique est donc supérieur à la valeur moyenne sur l'ensemble du bassin versant de la Bléone.

► Qs > 104 m3/km2/an = Qs > 15900 m3/an

La pente importante de la Bléone amont, la taille limitée de son bassin versant (faible tri granulométrique) nous conduisent à considérer une granulométrie supérieure à celle de la Bléone.

► Dm Bléone amont > 53 mm = Qs < 25 200 m3/an

Ainsi, le débit solide de la Bléone amont est compris entre 16000 et 25000 m3 par an.

A défaut de pouvoir estimer plus précisément cette valeur, nous retiendrons une valeur moyenne de **20 500 m3/an pour un diamètre moyen de 56 mm.**

Cette valeur correspond à un coefficient de pondération de 1.29 par rapport à la répartition par surface. Nous appliquerons un coefficient similaire à l'ensemble des bassins versants présentant une géologie semblable.

1.3.3. COEFFICIENTS PONDERATEURS EN FONCTION DE LA GEOLOGIE

L'évaluation des capacités de transport solide en plusieurs points montre la corrélation entre la géologie des bassins versants et les quantités de matériaux transportés. L'influence de la géologie est traduite par l'application d'un coefficient correcteur par rapport à la première répartition par surface. Un coefficient de 1 sur l'ensemble du bassin versant correspondrait à un débit solide spécifique identique sur tous les bassins versants.

Les Duyes et la Bléone amont présentent des bassins versants géologiquement homogènes. Les volumes solides apportés y sont donc directement en corrélation avec le type de géologie.

Le bassin versant du Bès présente une géologie très disparate. Certains secteurs sont très productifs comme le haut du bassin versant ou bien le secteur de Barles (Torrent de Descoure et de Val Haut) mais, globalement, le bassin versant reste majoritairement marneux (environ la moitié de la surface). Le coefficient de pondération de 0.87 sur l'ensemble du Bès met en évidence la faiblesse des apports issus des marnes. En effet, pour atteindre cette valeur, il est nécessaire de compenser les apports issus des secteurs très productifs par un faible coefficient dans les secteurs marneux de l'ordre de 0.5.

Cette valeur est cohérente à l'échelle du bassin versant de la Bléone car elle permet de compenser les apports importants issus des massifs calcaires et des poudingues de Valensole.

Nous retiendrons donc les coefficients pondérateurs suivants :

Géologie	Bassin Versant type	Coefficient pondérateur
Poudingue de Valensole	Duyes	c.p.=1.43
Calcaire	Bléone amont	c.p.=1.29
Marnes *	Bès (en partie)	c.p ≈0.5 (car très inf. à 0.87)

1.3.4. REPARTITION DES APPORTS ENTRE LES AFFLUENTS

La production de chaque bassin versant peut être ainsi déterminée en fonction de sa géologie.

Les caractéristiques géologiques prises en compte pour chaque bassin versant sont les suivantes :

Secteur	Caractéristiques	Coefficient pondérateur
Bléone amont Javie	Secteur calcaire très productif. Coefficient pondérateur déterminé par calcul de transport solide	1.29
Arigéol	Majoritairement marneux mais bassin versant amont calcaire et très productif. Coefficient pondérateur de type Bès	0.87
Bassin versants entre l'Arigéol et le Bès	Majoritairement marneux. Les apports rive gauche sont limités par la présence d'un plateau. Coefficient pondérateur de type marnes	0.5

Secteur	Caractéristiques	Coefficient pondérateur
Bassin versants entre le Bès et les Eaux Chaudes	Majoritairement marneux. Coefficient pondérateur de type marnes	0.5
Eaux Chaudes	Majoritaire marneux mais bassin versant amont calcaire et très productif. Coefficient pondérateur inférieur au Bès	0.8
Bassin versants entre les Eaux Chaudes et les Duyes	Conglomérat assez peu productif en alluvions car très sableux. La capacité productrice augment vers l'aval en se rapprochant des conglomérats de Valensole	0.9
Duyes	Poudingue de Valensole très productif en matériaux grossiers. Coefficient pondérateur déterminé par calcul de transport solide :	1.43
Bassins versants en aval des Duyes	Poudingue de Valensole très productif en matériaux grossiers. Géologie similaire au bassin versant des Duyes.	1.43

On obtient la répartition des apports suivante :

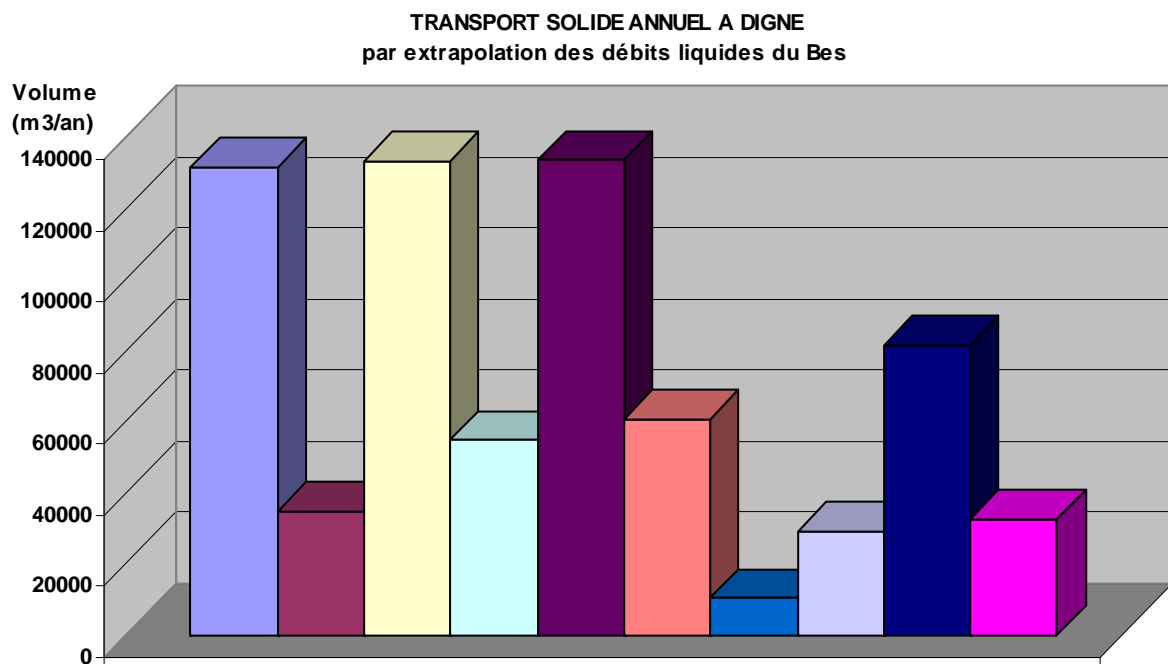
Secteur	Superficie BV (km ²)	Coefficient Correcteur	Volume Solide (m ³ /an)	Débit solide spécifique (m ³ /an/km ²)
Bléone amont Javie	153	1.29	21000	134
Arigéol	66	0.93	6000	96
Arigéol – Bès	93	0.5	5000	52
Bès	233	0.87	21000	90
Bès - Eaux Chaudes	23	0.5	1000	52
Eaux Chaudes	61	0.8	5000	83
Eaux Chaudes - Duyes	107	0.9	10000	93
Duyes	125	1.43	18500	148
Aval Duyes	44	1.43	6500	148
TOTAL	905	1	94000	104
Amont Bès	312		32000	101
Digne Grand Pont	568		54000	95
Amont Duyes	736		69000	94

Sur les secteurs où le niveau du lit et les volumes extraits sont bien connus (sites d'exploitation Negro et Perrasso), les fluctuations du niveau du lit sont cohérentes avec les valeurs annoncées ci-dessus. (Voir chapitre « analyse par secteur »).

1.4. VARIABILITE INTERANNUELLE DU TRANSPORT SOLIDE

1.4.1. A L'AVAL DU BASSIN VERSANT DE DIGNE

Le graphique suivant retrace le volume solide transité à Digne entre 1992 et 2001 :



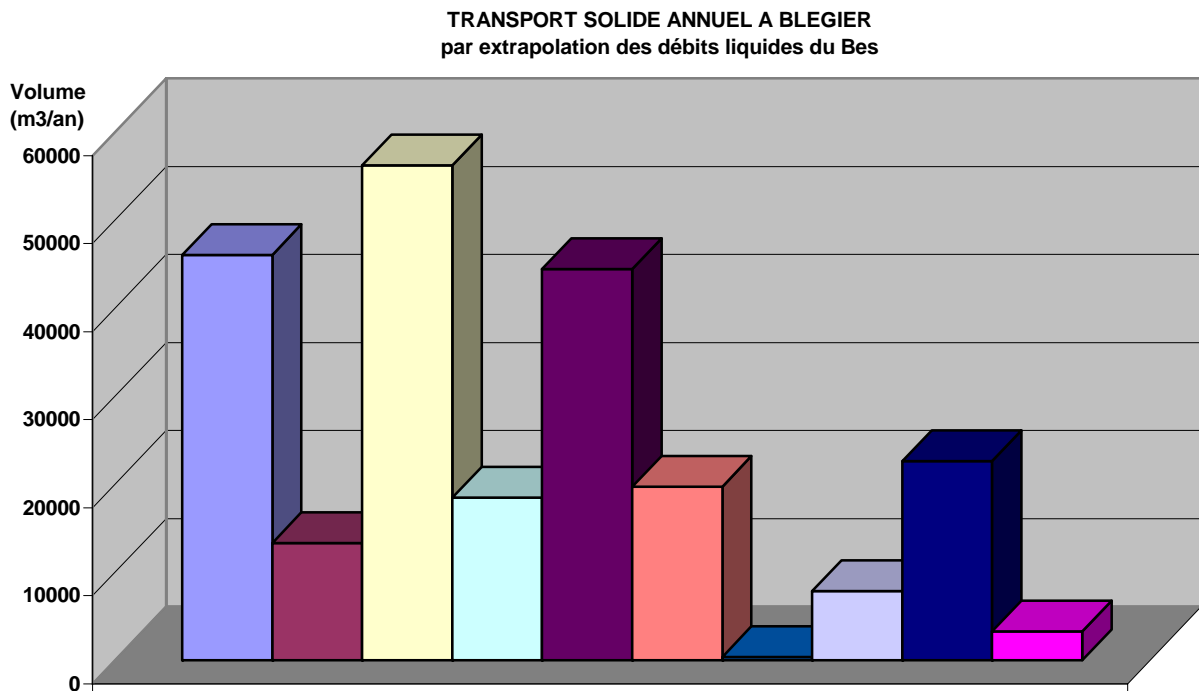
On observe une grande variabilité interannuelle. Entre l'année la plus forte et celle la plus faible, le rapport est supérieur à 13.

Les évolutions du lit d'une année sur l'autre sont donc très difficilement prévisibles en raison de la variabilité du transit.

Néanmoins, la moyenne sur les neuf années donne un volume transité annuel de 70000 m³ alors que nous estimons le volume annuel en ce point à 58000 m³. Sur neuf années, la marge d'erreur n'est plus que de 20 %. A dix ans ou plus, les simulations des évolutions du lit sont donc suffisamment représentatives.

1.4.2. A L'AMONT DU BASSIN VERSANT

Le graphique suivant retrace le volume solide transité à Blégier entre 1992 et 2001 :



On observe une très grande variabilité interannuelle. Entre l'année la plus forte et celle la plus faible, le rapport est supérieur à 140.

Les évolutions du lit d'une année sur l'autre sont donc très difficilement prévisibles en raison de la variabilité du transit.

Néanmoins, la moyenne sur les neuf années donne un volume transité annuel de 23260 m³ alors que nous estimons le volume annuel en ce point à 20400 m³. Sur neuf années, la marge d'erreur est de 15 %. A dix ans ou plus, les simulations des évolutions du lit sont donc suffisamment représentatives.

1.5. AMENAGEMENTS INFLUANTS SUR LE LIT

La Bléone et ses affluents ont connu cinq types d'aménagements influant sur la géométrie et le niveau du lit :

► **Les endiguements :** Depuis deux siècles, les riverains ont cherché à endiguer les rivières pour récupérer des terres agricoles, et plus récemment, des terrains constructibles. Les endiguements sont plus présents dans les secteurs les plus peuplés. Ils ont pour conséquences de réduire la largeur du lit et de rallonger le parcours des torrents pour atteindre la rivière.

► La reforestation des versants et la lutte contre l'érosion : Les campagnes de reforestation menées par l'ONF et les ouvrages de restauration des terrains de montagne réalisés par les services RTM génèrent une diminution de l'érosion des versants et, ainsi, une diminution des apports solides. A l'heure actuelle, ce déficit se fait sentir uniquement sur les petits bassins versants.

► Les extractions : Les cours d'eau ont toujours servi de source de matériaux de construction. Les volumes extraits sont devenus significatifs pendant les années 1950 avec l'apparition d'engins de terrassement de forte puissance. Sur le bassin versant de la Bléone, les volumes extraits dans les années 70 et 80 sont pratiquement deux fois supérieurs aux apports de la Bléone. Les deux sites principaux d'extraction se trouvent à proximité du barrage de Malijai et en aval de Digne.

► Les barrages : Deux barrages sont présents sur la Bléone. Entre la Javie et Blégier, le barrage de Trente Pas dérive une partie des eaux de la Bléone à partir d'un seuil fixe puis les restitue 3500 mètres en aval. Actuellement, ce barrage n'est plus en service. En aval, le barrage de Malijai dérive une partie des eaux de la Bléone vers le canal de la Durance. La prise d'eau s'effectue au moyen d'un barrage à vannes mobiles qui s'abaisse en crue.

► Les seuils : Sur les rivières en tresse, les seuils sont généralement construits pour palier à un abaissement du lit. Ils favorisent un ré-engravement de la zone en amont qui diminue d'autant plus le déficit d'apport à l'aval. Ils sont à la fois une conséquence et une source de perturbation du transit.

Ces aménagements entraînent des perturbations du transit des graviers. Selon les cas, ces modifications conduisent à un engravement ou à un abaissement du lit. Les effets de chaque type d'aménagement sont détaillés dans les paragraphes suivants.

1.5.1. LES ENDIGUEMENTS

1.5.1.1. HISTORIQUE DES ENDIGUEMENTS DANS LA VALLEE DE LA BLEONE

Principaux endiguements sur la Bléone :

Secteur	Lieu*	longueur	Largeur du lit après endiguement	Epoque de construction
Prads	RD Bléone	700 m	80m	Avant 1948
La Javie	2R Arigéol	850m	70m	Avant 1948
Confluence Bléone Bès	RD Bès	1000 m	100m mini	Avant 1948
Aire de jeux Pont des Arches	RD Bléone	150 m	80m	Récent
Digue des Epinettes	RG amont Grand Pont	2400 m	80 m mini	1763
La Sèbe Grand Pont à voie CFP	RD Aval Grand Pont	1900 m	180 m	Avant 1857
Digue des Ferréols	RG	800m	120 m	1861
Prolongement Digue des Ferréols	RG	600 m	120m	1965
Remblaiement Digne	RG Amont et aval Grand pont	1000 m	120 m	Années 1960
Digue Lac des Ferreols	RG	800 m	100m	1992
Voie Pénétrante	RD	2000m	70m sur 600ml	1999
RN devant ZI Saint- Christophe	RD	1700m	130 m	Années 1980 à 1995
Lac de Gaubert	RG	500 m	170 m	1980 ?
Digue ONF Mallemoisson	RD	2300m		Vers 1900
Digue de Carmejane	RG	500m	130m	1957
Digue Espace Bléone	RD	700m	130 m	Années 1960 Renforcement 1990
Digue amont Malijai	RG	900 m	150 m	1860
Barrage de Malijai (Et entonnement)	RD	400 m	150 m	1960

(* : RG = Rive Gauche ; RD = Rive Droite ; 2R = Sur les Deux Rives)

Le secteur le plus endigué se situe à amont du pont CFP à Digne. La largeur du lit n'est que de 70 m sur un linéaire de 600 m alors que la largeur avant endiguement était supérieure à 150m.

La tendance à la réduction de la largeur du lit peut être constatée sur les planches évolutions du lit en plan fournies avec le présent rapport.

1.5.1.2. EFFET DES ENDIGUEMENTS

Une réduction de la largeur favorise, d'autre part un abaissement local du lit par augmentation de la capacité de transport et alignement des lignes de charge et, d'autre part, une plus grande sensibilité des phénomènes d'engravement et d'érosion.

L'impact de ces phénomènes est détaillé dans les paragraphes suivants.

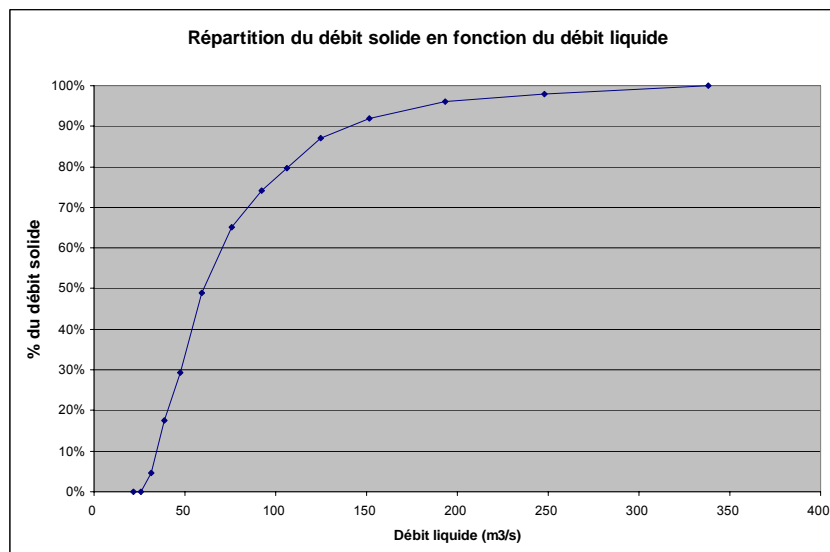
1.5.1.2.1. AUGMENTATION DE LA CAPACITE DE TRANSPORT

Pour les crues occupant toute la largeur du lit, la diminution de la largeur d'écoulement accroît la capacité de transport par un accroissement des vitesses et des niveaux d'eau. Cette augmentation de la capacité de transport se traduit par la diminution de la pente du lit dans l'endiguement par rapport au reste du lit.

Cependant, pour que ce basculement de pente soit perceptible, il est nécessaire que la modification de la capacité de transport soit significative.

Sur la Bléone à Digne (secteur le plus étroit), les plans topographiques disponibles montrent qu'il faut environ un mètre d'eau pour occuper les 70 m de largeur du lit. Ce niveau correspond à un débit de l'ordre de 100 m³/s.

Or, les trois-quarts du volume solide transité sont apportés lors de crues ayant un débit inférieur à 100 m³/s. L'effet de l'endiguement influe donc uniquement sur le quart restant et n'est réellement ressenti que pour les très fortes crues (qui représentent moins de 5 % du volume total).



Malgré un rétrécissement considérable (on passe de 150 à 70m de largeur), l'impact des endiguements sur la pente du lit reste très faible, notamment en comparaison aux autres sources de perturbation.

1.5.1.2.2. ALIGNEMENT DES NIVEAUX DE CHARGE

L'accroissement des vitesses dans les secteurs endigués rehausse la ligne de charge.

Pour maintenir la continuité de la charge avec les secteurs amont et aval, le niveau du lit a tendance à s'abaisser sur le tronçon endigué.

Sur la Bléone, le secteur le plus endigué (traversée de Digne en amont du seuil CFP) reste suffisamment large pour influencer uniquement en forte crue et, donc, très faiblement sur le niveau moyen du lit (Voir paragraphe précédent).

D'autre part, la présence de seuils dans l'endiguement annule tout effet d'abaissement.

1.5.1.2.3. *AUGMENTATION DE LA SENSIBILITE AUX VARIATIONS D'APPORTS*

La non-concomitance des crues entre les affluents peut conduire à des accumulations importantes au niveau des confluences.

La réduction de la surface du lit dans ces secteurs accroît les variations de niveau. On rencontre notamment ce phénomène à la confluence Arigéol-Bléone où le lit de l'Arigéol est étroitement endigué.

1.5.1.2.4. *PROLONGEMENT DU PARCOURS DES RAVINS LATERAUX*

La réalisation des endiguements augmente la distance entre le versant et le lit du cours d'eau. Le parcours des ravins traversant les zones endiguées est prolongé d'autant.

A l'aval du ravin, la pente d'écoulement est alors très faible par rapport à la pente du versant.

Cette diminution de pente entraîne le dépôt d'une grande partie des matériaux transités par le ravin. Ces secteurs sont donc généralement endigués pour éviter les débordements vers la plaine et donnent lieu à des curages fréquents. Sur les ravins les plus petits, l'exutoire naturel est parfois totalement supprimé et l'eau du ravin envoyée vers les canaux agricoles. (Ravin de Martin, Ravin des Beaumes...)

Les quantités de matériaux curées ne sont pas quantifiées car elles sont fréquemment redéposées à proximité pour renforcer les digues ou employées pour la maçonnerie ou le terrassement local.

Sur ces secteurs endigués, on peut cependant considérer qu'une grande partie de ces apports n'atteignent pas la confluence aval. Une confluence aval totalement végétalisée est un signe évident d'apports n'atteignant pas le cours d'eau aval. (Ravin de Château, ravin de Flurin, ravin de Carmejane...)

1.5.2. **REFORESTATION DES VERSANTS ET LUTTE CONTRE L'EROSION**

A la fin du XIX^{ème} siècle et durant la première moitié du XX^{ème} siècle, l'Office National de la Forêt a mené d'importantes campagnes de reboisement sur le bassin versant de la Bléone. Pendant cette même période, les services de Restauration des Terrains de Montagne ont réalisé d'importants travaux de stabilisation des versants. Après consultation de ces services, il semble cependant que l'historique des travaux réalisés soit mal connu et que les surfaces actuellement concernées soient largement supérieures aux surfaces initialement reboisées.

La comparaison des photos aériennes de 1939 avec les photos actuelles montre l'importance du reboisement sur le bassin versant de la Bléone y compris sur des secteurs hors plantations ONF (cette tendance est confirmée par les témoignages des « anciens »). En parallèle, on peut observer une réduction de la largeur du lit vif des torrents traduisant une diminution de l'activité des torrents.

Sur le terrain, on observe un pavage marqué sur les petits affluents mais qui devient imperceptible lorsque l'on atteint des secteurs plus divagants. Ainsi, le déficit d'apport se fait sentir sur les petits affluents mais, en aval, l'important stock présent permet de compenser ce déficit.

L'ampleur du déficit d'apports est difficile à évaluer. Cependant, si l'on considère une diminution de 50 % des apports, il faudrait plus de 4 siècles pour atteindre un abaissement d'un mètre sur l'ensemble des cours d'eau du bassin versant. (Estimation volumétrique – En réalité, il faut beaucoup plus en raison des reprises latérales et des phénomènes de pavage.)

Dans l'état actuel, il s'agit donc d'un phénomène à prendre en compte lors de l'analyse des torrents à forte pente (diminution du risque d'apport subit de matériaux) mais pas pour l'analyse des secteurs divagants.

1.5.3. LES EXTRACTIONS

De tout temps, la Bléone et ses affluents ont servi de source de matériaux. Les volumes extraits sont devenus significatifs pendant les années 1950 avec l'apparition d'engins de terrassement de forte puissance.

Il est nécessaire de discerner deux types d'extractions :

- Les sites fixes d'extractions qui sont soumis à autorisation
- Les extractions à l'occasion de travaux de terrassement (endiguements, extractions ponctuelles) dont les volumes sont beaucoup plus difficiles à évaluer.

Depuis 1992, la réduction des extractions est clairement recherchée :

- Sur les sites déclarés, on observe une réduction progressive des volumes extraits jusqu'en Juillet 2002 (date d'arrêt des extractions).
- Les extractions non-déclarées sont interdites et mieux contrôlées.

Néanmoins, ces extractions constituent un déficit de matériaux alluvionnaires supérieur à 5 millions de m³. Ce déficit est essentiellement centré sur Digne et Malijai.

Les chapitres suivants détaillent les différentes sources d'extractions.

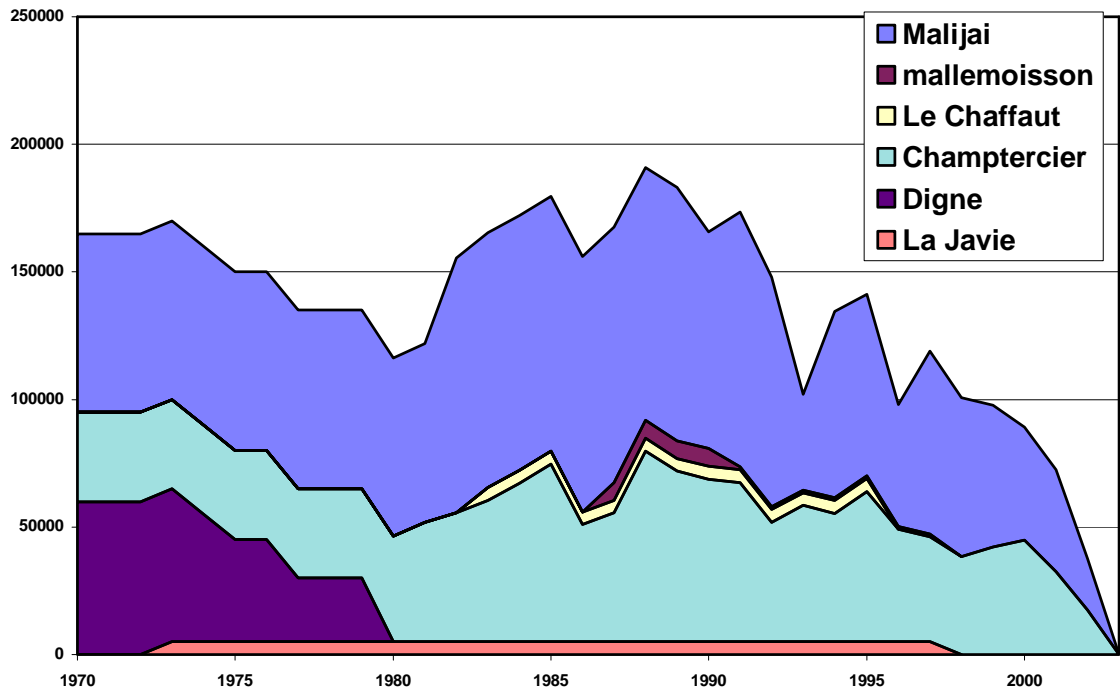
1.5.3.1. LES EXTRACTIONS SOUMISES A AUTORISATION :

Les extractions issues des installations fixes représentent la majeure partie des volumes extraits. Néanmoins, les volumes extraits sans autorisation représentent des volumes non-négligeables (voir chapitre suivant).

Les volumes extraits avant 1970 restent mal connus car ils ne sont mentionnés dans aucune archive. A cette époque, les volumes extraits ne devaient pas être soumis à autorisation.

D'après les témoignages, il semblerait que la cadence d'extraction soit du même ordre de grandeur pendant les années 70 et 80 tandis que, pendant les années soixante, la cadence fut moindre en raison de la plus faible puissance des engins de terrassement.

Le graphique suivant retrace l'évolution des volumes officiellement extraits sur les différents sites entre 1970 et aujourd'hui :



Ce tableau se base sur les volumes extraits déclarés auprès des administrations (essentiellement pour les 2 plus gros exploitants à partir de 1980) et, à défaut, sur les volumes autorisés.

Il semblerait cependant que les volumes extraits autorisés aient été largement dépassés sur les sites de Mallemoisson et du Chaffaut.

A l'échelle du bassin versant, on retiendra les éléments suivants :

- Les volumes extraits annuellement atteignent pratiquement deux fois les apports de la Bléone
- La quasi-totalité des extractions se situent en aval de Digne
- Les trois principaux sites d'extraction se situent à Digne, Champtercier et Malijai

1.5.3.1. LES EXTRACTIONS LIEES A DES AMENAGEMENTS DU LIT

Les volumes extraits lors de la construction des aménagements à proximité du lit sont mal connus car ils n'ont généralement pas été quantifiés.

On distingue trois types d'aménagements :

- Les terrains remblayés pris sur le lit,
- Les aménagements liés au canal de la Durance,
- Les extractions ponctuelles.

Ces aménagements sont détaillés dans les chapitres suivants.

1.5.3.1.1. LES TERRAINS REMBLAYES

Les terrains récupérés pour un usage non-agricole sur les abords de la Bléone furent généralement remblayés avec des alluvions provenant du lit de la Rivière. La hauteur des terrains actuels par rapport au niveau du lit avant perturbation permet d'estimer les volumes empruntés. On trouve ce type d'aménagement principalement sur Digne.

Secteurs remblayés	Année	Estimation des volumes extraits
Traversée de Digne RG	1962-1970	100 000 m ³
Stade de Digne-Férréols	1965	50 000 m ³
ZI Saint Christophe	1980-1995	150 000 m ³
Aiglun-Espace Bléone	1990(env.)	50000 m ³
TOTAL		350 000m³

Les remblais à proximité de Digne correspondent à 4 à 6 années d'extraction. L'abaissement dans la traversée de Digne sur cette période est donc dû en partie à ces aménagements.

Par contre, les matériaux utilisés pour la « pénétrante » à Digne proviennent des extractions fixes et sont donc déjà comptabilisés.

1.5.3.1.2. L'AMENAGEMENT HYDROELECTRIQUE DE LA DURANCE

La construction du canal de la Durance et du barrage de Malijai au début des années 60 a probablement conduit à d'importantes extractions sur la partie aval de la Bléone. Aucune estimation des volumes extraits n'a pu être retrouvée (certains parlent de 200 000 m³). L'analyse des profils en long reste le seul moyen d'estimer les volumes manquants durant cette période. Ce déficit est dû aux extractions mais aussi aux effets du barrage lui-même et aux interactions avec la Durance. (Voir l'analyse par secteur)

1.5.3.1.3. LES EXTRACTIONS PONCTUELLES

D'après les témoignages, il semble que de nombreux prélèvements ponctuels ont été effectués. Cependant, les volumes empruntés sont mal connus car ils sont rarement quantifiés.

Les quelques exemples connus montrent cependant qu'il s'agit de volumes très faibles par rapport aux autres sources d'extractions :

- Curage de 500 m³ par la commune pour dégager le confluent du Mardaric,
- Curage au droit de la DDE en mars 1993, lors de la réalisation du remblai du supermarché des Eaux Chaudes (Estimation Koulinski : environ 7000 m³).

On notera que les matériaux employés pour combler un méandre trop important n'entrent pas en compte car ils pourront être repris ultérieurement par la rivière.

1.5.4. LES BARRAGES

Deux barrages sont présents sur le bassin versant de la Bléone. Outre les volumes extraits lors de leur construction, ces barrages bloquent partiellement le transit des graviers. Ils conduisent à un exhaussement du niveau du lit en amont et un abaissement en aval.

En amont du bassin versant, le barrage de Trente Pas se situe entre la Javie et Blégier. La première concession date de 1938 et la concession actuelle va jusqu'en 2015. Il est constitué d'un seuil fixe (incluant une petite passe de dégravement). Le débit dérivé y est faible (1.7m³/s). Lors des crues de 1994 et 2000, la prise d'eau et le seuil ont subi des dégâts importants. Un projet de 1996 envisage sa réparation ainsi que la réalisation d'une passe à poissons. A ce jour, les travaux n'ont pas été réalisés.

En aval du bassin versant, le barrage de Malijai fut construit en 1962 pour alimenter le canal de la Durance. Ce barrage est constitué de vannes segments qui doivent permettre le libre passage des fortes crues. Suite aux crues de 1994, le mode de gestion du barrage a été modifié afin d'améliorer le transit des alluvions. La fréquence d'ouverture des vannes influe fortement sur le transit des alluvions et le régime hydrologique des crues en aval du barrage.

L'impact de chaque barrage est analysé dans le détail dans l'analyse par secteur.

1.6. EVOLUTION DU PROFIL EN LONG ET BILAN VOLUMETRIQUE

1.6.1. DONNEES SOURCES

Les différents profils en long sont issus des études antérieures et des relevés effectués par les carriers. Tous ces profils ont été recalés sur un profil unique afin de faciliter la comparaison.

Le niveau du lit mesuré sur les différents profils peut être soit le niveau du fil d'eau, le fond ou bien le niveau moyen du lit mineur. La comparaison de deux points est donc peu significative. Par contre, la comparaison des évolutions d'ensemble donne de précieuses informations.

Les profils en long disponibles vont de la confluence du Bes à la confluence avec la Durance.

Des relevés sont en cours sur le secteur du barrage de Trente Pas, en amont du Grand Pont à Digne et sur l'Arigéol à La Javie.

1.6.2. EVOLUTIONS ET BILAN VOLUMETRIQUE

Les principales évolutions observées sur les profils en long sont les suivantes :

(Une analyse détaillée est faite dans le chapitre analyse par secteur)

Secteur	PK	Période	Evolution	Largeur moyenne	Bilan volumétrique (en millier de m3)
Aval Barrage Malijai	0à3.5	1911-1963	-0.5 m	150 m	-250
		1963-1977	-3m	120 m	-1300
		1977-1994	+1m aval pont canal + 1.5m amont pont canal	120 m	+400
		1994-1997	Stabilité	120 m	0
Barrage-Duyes	3.5 à 9.45	1911-1963	-0.5 au barrage	200 m	-200
		1963.-1977	- 3 amont barrage 0 en amont PK 7	200m	-1500
		1977-1994	-0.5 en moyenne	200m	-600
		1994-2002	Stabilité	200 m	0
Duyes–Pont du Chaffaut			Stabilité en altitude	200 m	0
Pont du Chaffaut – STEP de Digne	13.05 – 15.15	1991-1974	Stabilité ? Anomalie sur profil 1991	200m	0
		1974 -1999	Stabilité	200 m	0
STEP de Digne- Seuil EU	15.15 -17.5	1911 – 1977	Stabilité ? Anomalie 1911	250m	0
		1977 -1987	-1m	200m	-470
		1987-1996	-0.3m	200m	-140
		1996-2000	-0.5m	200m	-230
Seuil EU – Seuil CFP	17.5 - 20	1911-1977	-1m	250m	-620
		1977-1996	-2m	200 m	-1000
		1996-2000	Aval : +1m /Amont :-0.2m	150 m	-150
Seuil CFP – Seuil Beau de Rochas	20 – 22.2	1911-1977	-1.5m	160m	-530
		1977-1991	-1m	130m	-290
		1991-1997	Stabilité	100m	0
		1997-1999	+0.5m	90m	+100

Secteur	PK	Période	Evolution	Largeur moyenne	Bilan volumétrique (en millier de m3)
Seuil Beau de Rochas-Grand Pont	22.2 – 22.5	1911-1977	-2m	150m	-90
		1977-1999	+1.5m	110m	+60
Grand Pont –Pont des arches	22.5 – 24.8	1911-1977	-1.2m	170m	-470
		1977-1997	+1m	170m	+390

Sur les secteurs peu aménagés, le lit est globalement stable. La continuité du transit assure la stabilité du niveau du lit.

Par contre, les secteurs les plus perturbés présentent des fluctuations importantes : Abaissements pouvant atteindre 3 mètres mais aussi exhaussements rapides. (Par exemple, 1 mètre en 20 ans en amont du Grand Pont).

Sur l'ensemble de la traversée de Digne, le déficit volumétrique est de l'ordre de 3,5 millions de m³ tandis que les volumes extraits recensés (extractions depuis 1970 +remblaiements) atteignent 2.6 millions de m³. La différence est probablement due aux prélèvements effectués avant 1970. En effet, l'analyse du profil en long montre que le déficit avant 1977 atteint déjà 1.6 million de m³. D'autre part, il ne faut pas oublier que la totalité des constructions de la ville de Digne fut réalisée avec les alluvions de la Bléone.

Sur la partie aval, le déficit sur l'ensemble du secteur est de l'ordre de 3.5 millions de m³ tandis que les volumes extraits recensés (extractions depuis 1970) sont de l'ordre de 2,5 millions de m³. L'érosion régressive due à l'abaissement du niveau de la Durance (-1 m à la confluence d'après Etude Globale de la Durance) correspond à un déficit d'environ 0.5 millions de m³. La différence restante de 0.5 millions de m³ est probablement due aux extractions réalisées dans les années soixante, notamment à l'occasion de la construction du barrage.

La cohérence entre les volumes extraits recensés et le bilan volumétrique permettra d'analyser précisément les tendances actuelles.

DIAGNOSTIC PAR SECTEUR

L'analyse par secteur présente les perturbations du lit sur des points précis ainsi que leurs répercussions sur le lit du cours d'eau en amont et en aval.

Sur chaque secteur, les évolutions antérieures et les tendances actuelles sont détaillées. La compréhension des phénomènes d'ajustement du lit notamment au moyen de modélisation CAVALCAD permet de déterminer les latitudes de gestion qui seront ensuite reprises et affinées dans la phase d'élaboration des « scénarios de gestion ».

Les secteurs où le lit est peu perturbé sont abordés dans « les fiches tronçons ».

1. SECTEUR BARRAGE DE TRENTE PAS.

1.1. EVOLUTIONS ANTERIEURES

Le barrage de Trente Pas fut construit en 1938 (Date de la première concession). La crête de déversement du barrage fut alors fixée environ 1,8 mètre au dessus du niveau du lit observé sur les profils en long de 1911 et correspondant au niveau d'équilibre.

Cet obstacle a entraîné un engravement important en amont du barrage, très rapide dans un premier temps ($Q_s = 21000 \text{ m}^3/\text{an}$), puis de moins en moins perceptible avec le rétablissement progressif du transit.

Les volumes stockés ne parviennent plus en aval du barrage et entraînent un déficit. L'abaissement y fut très rapide puis de moins en moins perceptible en raison du rétablissement progressif du transit. Le niveau actuel du lit en aval du barrage se situe aujourd'hui 2.2 mètres en dessous du niveau initial.

D'autre part, la hauteur de chute (4 mètres) au droit du barrage entraîne un surcreusement important en forte crue. Lors de la crue de 1994, ce surcreusement a endommagé le parement aval du barrage et nécessité des travaux de confortements d'urgence. Depuis lors, l'exploitation de la chute est arrêtée, en attente de travaux de rénovation plus importants (passe à poissons, fosse de dissipation artificielle, réfection de la prise d'eau et du canal d'amenée). En 2001, le barrage a été endommagé à nouveau par les hautes eaux. En outre, la pile centrale du pont de Chanolle est directement sollicitée par ces phénomènes d'érosion.

1.2. ANALYSE DE LA SITUATION ACTUELLE

L'ancienneté de la perturbation a permis un rétablissement de la majeure partie du transit en raison du rehaussement du niveau du fond en amont.

En amont du barrage, le remous solide s'étend aujourd'hui sur 4 kilomètres environ. Le rehaussement atteint 1.8 mètre au niveau du barrage mais devient inférieur à 30 cm à une distance de 3 kilomètres en amont.

En aval, l'abaissement s'étend sur 3 kilomètres et atteint 2.2 mètres au pied du barrage où l'on observe une réduction importante de la largeur du lit. Son extension vers l'aval est limitée par l'importance du stock alluvial (Sur le secteur plus en aval, il faudrait remobiliser une quantité de matériaux beaucoup plus importante pour atteindre un abaissement équivalent.)

La modélisation de l'impact du barrage depuis sa création, en prenant en compte un débit solide entrant de 21000 m³/an, donne des résultats très proches des profils en long actuels et permet de prévoir les évolutions à attendre sur ce secteur.

Actuellement, le transport solide au droit du barrage atteint 95% du transit naturel.

1.1. EVOLUTIONS A VENIR SANS INTERVENTIONS

Dans l'état actuel, les volumes se déposant en amont du barrage sont faibles (5% du transit). Les évolutions attendues à proximité du barrage sont relativement faibles par rapport aux évolutions déjà observées.

En amont, le secteur qui devrait connaître l'exhaussement le plus important se situe au droit du village de Blégiers. Celui-ci restera cependant inférieur à 20 cm en 10 ans.

En aval, l'abaissement se poursuit avec un maximum à proximité du lieu dit : « La Douane ». Il restera cependant inférieur à 10 cm en 10 ans.

En aval immédiat du barrage, la hauteur de chute à l'étiage n'augmentera pas de manière significative. Cependant, le surcreusement en crue étant directement lié au débit liquide, le barrage et le pont pourraient être très fortement sollicités par une crue majeure.

Le risque de rupture de l'ouvrage est donc à prendre en considération. La simulation d'une rupture lors d'une crue de débit supérieur à centennale montre qu'une seule crue n'est pas suffisante pour que les matériaux atteignent les secteurs sensibles de la Javie.

1.2. SCENARIOS POSSIBLES

La concession du barrage s'étend jusqu'en 2015 mais le barrage n'est plus exploité actuellement. Des discussions sont en cours entre les services de l'état et EDF concernant son devenir.

2. SECTEUR CONFLUENCE ARIGEOL-LA JAVIE

2.1. EVOLUTIONS ANTERIEURES

Sur la Bléone, la comparaison du profil en long actuel avec le profil établi en 1911 est difficile en raison du manque de repères fixes le long du cours d'eau. Néanmoins, on peut dire que l'on n'observe pas d'évolutions majeures du profil en long sur ce secteur.

Sur l'Arigéol, nous connaissons mal l'historique des évolutions du lit. Cependant, les profils en travers réalisés dans le cadre de la présente étude montre que le niveau du lit se situe en dessous du niveau du sol derrière les digues de protection. Il semble donc que le niveau du lit n'a pas tendance à s'exhausser à long terme. De plus, le profil en long présente une pente très régulière (1.87 %) qui atteste d'un système en l'équilibre.

D'autre part, le pont de la Route D900 paraît engravé car le niveau des alluvions se situe au dessus du point bas de la courbure des arches mais, à 250 m en aval, on observe un affleurement local des fondations de la passerelle, ce qui laisse penser que le niveau du lit n'est pas exceptionnellement haut.

Néanmoins, cette stabilité à long terme n'exclue pas des variations sensibles du niveau du lit lors de fortes crues en raison de la présence de la confluence. En effet, la crue de 1994 a déposé une quantité importante de matériaux dans la traversée du village. Il est possible qu'il s'agisse uniquement d'un retour à une situation d'équilibre du transit en raison de l'arrêt d'une situation déficitaire lié aux extractions effectuées à la confluence. (Confirmé par des témoignages mais difficilement quantifiable).

Depuis cette crue, on observe une tendance à la reprise des matériaux déposés notamment lors des hautes eaux de 2000.

2.2. ANALYSE DE LA SITUATION ACTUELLE

La position de la confluence avec la Bléone influe directement sur le niveau du lit de l'Arigéol dans la traversée de la Javie. Le déplacement de la confluence de 100 mètre vers la rive gauche (ce qui reviendrait à centrer la confluence par rapport au lit de la Bléone) aurait pour effet de rehausser le niveau du lit de 1,87 mètre dans la traversée de la Javie. Le fond du lit serait alors au-dessus de la crête des digues...

L'exhaussement observé est probablement dû au cumul de ce phénomène et de l'arrêt des extractions ponctuelles dans le secteur de la confluence

L'absence de données historiques ne permet pas de valider plus amplement ces hypothèses.

Par contre, la simulation des volumes apportés par une crue majeure permet d'estimer quel pourrait être l'exhaussement maximum pendant une crue. En considérant une crue très exceptionnelle (temps de montée : 2h40 ; $Q = 200 \text{ m}^3/\text{s}$), l'Arigéol est capable d'apporter un volume de matériaux de l'ordre de 20 000 m³. Ce volume correspond à un exhaussement moyen de 25 cm dans la traversée de la Javie (hypothèse pessimiste car en réalité une partie des alluvions est repris par la Bléone).

D'autre part, en raison du régime torrentiel de l'écoulement, les hauteurs de dépôts peuvent être très variables. Ces hauteurs peuvent donc être deux fois supérieures dans les secteurs de dépôts préférentiels.

Néanmoins, cette analyse donne l'ordre de grandeur des fluctuations maximales du lit lors d'une crue.

Ainsi, les fluctuations du lit dues à un déplacement de la confluence peuvent être beaucoup plus importantes que les dépôts engendrés par une crue unique. La gestion de la confluence conditionne le niveau du lit sur l'ensemble de la traversée de la Javie.

2.1. EVOLUTIONS PREVISIBLES ET SCENARIOS POSSIBLES

Les fluctuations du niveau du lit font parties du fonctionnement « normal » des rivières torrentielles. On observera donc des remaniements fréquents du lit. Il est donc nécessaire d'intégrer les fluctuations du niveau du lit autour du profil d'équilibre lors de l'analyse du risque de débordement puis dans les choix de gestion de ce secteur.

Les scénarios devront définir les modalités de gestion de la confluence et le niveau maximal du lit dans la traversée de la Javie vis-à-vis des risques d'inondation.

3. SECTEUR TRAVERSEE DE DIGNE

3.1. EVOLUTIONS ANTERIEURES

L'analyse des profils en long montre un abaissement de 1.5 mètre en moyenne entre 1911 et 1973 de 1 kilomètre en amont du Grand Pont jusqu'au Pont des CFP. L'abaissement atteint alors son maximum au droit du Grand Pont. Il est dû aux effets cumulés des extractions PICO opérant depuis la fin de la guerre et des prélèvements effectués pour le remblaiement des terrains pris sur le lit de la Bléone entre 1962 et 1977.

Cet abaissement est à l'origine de l'effondrement du Grand Pond en 1973. Les travaux de réparation ont conduit à la réalisation d'un seuil calé à peu près au niveau du lit en 1911, soit deux mètres au dessus du niveau du lit à cette époque.

En 1983, l'abaissement du lit nécessite la construction du seuil en aval du pont de Beau de Rochas. Celui-ci est construit 1.5 mètre au dessus du niveau du lit. Le comblement de la fosse formée en amont en plus de celle formée par le seuil du Grand Pond absorbe la quasi-totalité des apports solides. Les profils en long récents montrent un affaissement très important en aval de ce seuil.

En 1985, pour les mêmes raisons, un seuil est construit en aval du pont de la ligne des chemins de fer de Provence.

En aval, encore pour les mêmes raisons, la canalisation d'eaux usées traversant la Bléone affleure de plus en plus jusqu'à devenir un véritable seuil. En 1997, un seuil est construit afin de protéger la canalisation.

3.2. ANALYSE DE LA SITUATION ACTUELLE

L'abaissement important constaté au niveau du grand Pont dans les années 70 s'est aujourd'hui décalé vers l'aval en raison de la construction des seuils et de la poursuite des extractions.

Entre le seuil de Beau de Rochas et le seuil CFP, le profil de 1999 montre que le niveau en aval du seuil de Beau de Rochas a eu tendance à remonter ces dernières années. L'observation de terrain donne une hauteur d'environ 1 mètre pour ce seuil. Cette remontée témoigne d'un retour partiel du transit en aval du seuil du Grand Pont. La pente du lit en aval de ce seuil est passée de 0.7% à 0.85%. Ce qui correspond à un transit passant de 20000 m³/an à 45000 m³/s (Qs naturel= 60000 m³/an). Le seuil CFP a été fortement endommagé par les dernières crues et a récemment été restauré pour éviter une rupture qui entraînerait une érosion régressive rapide et menacerait la stabilité des protections de berges situées en amont.

Entre le seuil CFP et le seuil de la canalisation EU, l'effet des extractions associé au déficit d'apports a conduit à un abaissement régulier ces deux dernières décennies. La reconstruction du seuil EU en 1997 a conduit à rehaussement de 50 cm du niveau du lit sur environ 500 m en amont du seuil. Cet exhaussement ne s'est pas propagé vers l'amont en raison du déficit d'apports importants. Cependant, l'arrêt des extractions et l'augmentation des apports observés sur le tronçon en amont présagent une remontée rapide du niveau du lit sur ce tronçon.

En aval du seuil EU, l'effet des extractions associé au déficit d'apport a conduit à un abaissement régulier pendant les deux dernières décennies. Le rehaussement du seuil EU en 1997 a récemment renforcé ce déficit. La largeur importante du lit sur ce secteur ralentit l'extension vers l'aval de l'érosion progressive due au déficit d'apport. L'abaissement atteint 2 mètres en aval du seuil et retrouve le niveau d'équilibre du lit au droit de la station d'épuration de Digne.

3.3. EVOLUTIONS PREVISIBLES

En amont du Grand Pont, l'exhaussement devrait se pourvoir à un rythme lent. Cet exhaussement sera le plus conséquent à proximité du pont des Arches et restera inférieur à 0.5 mètre (niveau de la pente d'équilibre).

Entre le Grand Pont et le seuil Beau de Rochas, le niveau est directement commandé par le niveau du seuil aval en raison de la faible longueur du tronçon. Il devrait peu bouger.

Entre Beau de Rochas et le seuil CFP, le niveau devrait monter à un rythme moins soutenu que les cinq dernières années. L'évolution fera sentir principalement en amont du secteur et restera inférieure à 0.5 m sur dix ans.

Entre le seuil CFP et la canalisation EU, l'arrêt récent des extractions et le rétablissement partiel du transit devrait conduire à un engravement rapide du secteur. Le niveau du lit devrait remonter de 1 mètre dans les cinq années à venir (dépendant de l'hydraulicité) puis se ralentir fortement.

En aval de la canalisation EU, le retour des apports se fera à mesure que le secteur en amont se réengraver. La tendance au réengagement devrait fortement se faire sentir dans une dizaine d'années. Avant ça, le lit devrait se maintenir proche du niveau actuel avec une légère tendance à l'abaissement. Au niveau de la STEP de Digne, l'abaissement devrait être plus marqué et se propager vers l'aval, son ampleur sera directement liée au délai de rétablissement du transit sur l'ensemble de la traversée en amont.

3.4. SCENARIOS POSSIBLES

La traversée de Digne observe un profil en long en « marches d'escaliers » entraînant une discontinuité du risque de débordement. En effet, les seuils sont calés relativement haut et entraînent des risques de débordements importants.

D'autre part, le niveau d'équilibre vers lequel tend le lit dans une situation de rétablissement total du transit paraît trop haut vis-à-vis du niveau de protection contre les inondations recherchées.

Il est donc nécessaire de définir un objectif de niveau du lit acceptable en terme d'inondabilité lors de la réalisation des scénarios.

Un abaissement des seuils (Grand Pont, CFP, Canalisation EU) sera nécessaire afin de rétablir le transit des matériaux vers l'aval et éviter un abaissement trop important en aval de Digne. Le phasage des travaux devra faire l'objet d'une attention particulière afin que les matériaux remobilisés lors de l'abaissement d'un seuil n'aggravent pas le risque d'inondation à l'aval.

4. SECTEUR STEP DE DIGNE - DUYES

D'après les profils en long, ce secteur paraît stable. Un profil en travers de 1977 au droit du pont du Chaffaut indique un niveau moyen du lit égal au niveau actuel. Le niveau du lit sur ce secteur est donc stable sur 25 ans au moins.

Cependant, les extractions ponctuelles réalisées lors de la construction de l'espace Bléone peuvent avoir entraîné des abaissements ponctuels du lit. Un exhaussement est donc probable sur ce secteur pour revenir au niveau d'équilibre initial. En 10 ans, le lit a maintenant atteint le niveau d'équilibre.

La confluence des Duyes subit une érosion régressive due aux perturbations sur le secteur aval. Cet abaissement devrait se traduire par un léger abaissement de la confluence mais ne devrait pas se faire sentir de façon significative sur le niveau du lit en amont. Une tendance au resserrement du lit et au méandrement est cependant probable.

Au niveau de la STEP de Digne, le déficit issu des perturbations en amont devrait se propager vers l'aval. L'ampleur de cet abaissement est directement lié au rétablissement du transit dans la traversée de Digne.

5. SECTEUR CONFLUENCE DURANCE- CONFLUENCE DUYES

La mise en place de l'aménagement hydroélectrique de la Durance a conduit à la construction du barrage de Malijai en 1962-63 et à la mise en place du site d'extraction aujourd'hui exploité par Perrasso.

Un profil en long partiel de 1963 montre que le niveau du lit avait relativement peu bougé avant ces aménagements.

De l'aval du barrage de Malijai jusqu'à la confluence avec la Durance, le niveau du lit s'est fortement abaissé entre 1963 et 1980 (3 mètres d'abaissement). Entre 1994 et 1999, on observe une tendance à l'exhaussement notamment suite à la crue de 1994.

Au droit des extractions, on observe un fort abaissement entre 1963 et 1977, l'abaissement a ralenti entre 1977 et 1994 puis s'est stabilisé entre 1994 et 2002.

En amont des extractions, une érosion régressive se propage vers l'amont et atteint aujourd'hui la confluence avec les Duyes

Les effets des différents facteurs de perturbation doivent être analysés pour comprendre ces fluctuations du niveau du lit.

5.1. EFFETS DU BARRAGE

Le barrage de Malijai comporte six passes mobiles pour une largeur totale de 68.5 mètres. Le seuil fixe est calé au niveau du lit de 1963 et 1911 (cote 429.15 ING 69).

Le niveau dans la retenue est de 433.01 m NGF

Avant la crue de 1994, le vannage était géré par un automatisme qui maintenait en permanence le niveau d'eau à la cote 433.01 m NGF. Le niveau d'eau maintenu empêchait le transit des alluvions pour la grande majorité des crues. Par contre, lors d'une forte crue ces matériaux déposés dans la retenue sont repris et augmentent fortement les quantités de matériaux transportés. Ce phénomène explique les atterrissements importants observés lors de la crue de 1994.

Depuis 1994, le mode de gestion a été modifié afin de diminuer les quantités de limons envoyées dans le canal de dérivation. Lors des crues, la dérivation est arrêtée et les vannes sont ouvertes en gran. Ce nouveau mode de gestion diminue l'effet d'accumulation des alluvions dans la retenue (et le supprime totalement si le barrage est ouvert pour tous les jours de transport). L'historique précis des ouvertures du barrage ne nous a pas été transmis. Néanmoins, il semble que le barrage soit ouvert une vingtaine de jour par an en moyenne (à comparer à une activité sédimentaire de la Blèone environ 40 j/an).

5.2. EFFET DES EXTRACTIONS

Les extractions entraînent un abaissement local du lit. En amont, cet abaissement a tendance à se propager vers l'amont par érosion régressive ainsi que vers l'aval en raison du déficit d'apport.

Les volumes extraits étant relativement bien connus et validés par le bilan volumétrique, il est possible de modéliser les phénomènes de perturbation du transit.

5.3. EFFET DU CONTRE CANAL

Le pont canal présente 6 ouvertures de 17.5 mètres :

- 2 ouvertures centrales calées à une cote entre 417.0 et 417.5 NGF qui permettent le passage des crues ordinaires.
- 2 ouvertures calées à une cote moyenne de 419 NGF utiles en crue majeure.
- 2 ouvertures à la cote moyenne de 423 NGF hors d'eau.

Le pont-canal présente donc une section très faible pour les crues ordinaires (35 mètres de largeur au lieu de 150m naturellement) qui induit une forte perte de charge. Cette perte de charge entraîne un rehaussement du niveau du lit en amont. Les atterrissements observés sur le parking de la mairie en 1994 sont dus à la fois au mode de gestion du barrage et au rehaussement des lignes d'eau généré par le rétrécissement du pont-canal.

Dans l'étude de la traversée de Malijai, LEFORT annonce un rehaussement de 1m à 100 m³/s par seconde et de 3 m à 700 m³/s et préconise un abaissement de 2 mètres des deux ouvertures centrales pour limiter l'engravement en amont.

5.1. ANALYSE DE LA SITUATION ACTUELLE

En comparant des relevés topographiques effectués sur le site d'extraction de PERRASSO en 1994 et 2002, on observe une très grande stabilité du niveau malgré l'extraction d'environ 450 000 m³ de matériaux.

Cette stabilité traduit un équilibre entre les volumes entrants, sortants et extraits.

L'analyse des pentes à proximité du site d'extraction confirme cet état d'équilibre. A l'état d'équilibre, la Bléone sur ce secteur transportait 90000 m³ par an pour une pente de 0.75%. Actuellement, la pente en aval des extractions est de 0.65% et la pente en amont est de 0.8%. L'application de la formule de Lefort donne une capacité de transport de 55000 m³/an en aval et de 120 000 m³/an en amont. La différence de volumes correspond effectivement aux quantités extraites.

A l'amont des extractions, on observe donc une érosion régressive de 30000 m³/an par différence entre la capacité de transport et les apports. L'abaissement observé sur les profils en long entre 1977 et 1999 est cohérent avec cette érosion.

La pente de 0.65% à proximité du barrage correspond à une fréquence de transport de vingt jours par an.

Cette fréquence de transport correspond à la fréquence d'ouverture du barrage. Dans l'état actuel, le barrage laisse passer la totalité des apports solides.

En aval, la traversée de Malijai présente une pente plus faible suite aux curages effectués après les crues de 1994. Il est probable que ce secteur tende à retrouver rapidement la pente en amont du barrage.

En aval du pont-canal, le niveau du lit s'est fortement abaissé depuis la construction du barrage de Malijai (interruption du transit puis retour partiel). Malgré cela, le secteur conserve une pente relativement importante (0.7%) en raison du pavage et, ainsi, une capacité de transport (60000m³/an) reste largement supérieure aux apports (25000 m³/an). Lors des crues de 1994, ce déficit de transit a conduit à une forte recharge latérale se traduisant par d'importantes anes d'érosion.

5.2. EVOLUTIONS A VENIR SANS INTERVENTIONS

Suite à l'arrêt des extractions, on observera une remontée du lit sur le secteur d'extraction ainsi qu'une augmentation progressive du transit au droit du barrage. Le niveau actuel du seuil sous le pont canal conduira à un réengrèvement rapide de la traversée de Malijai et notamment du parking face à la mairie.

En amont, l'érosion progressive devrait se poursuivre mais l'impact sur le niveau du lit reste modéré en raison de l'important stock de matériaux présents.

5.1. SCENARIOS POSSIBLES

Les scénarios de gestion sur ce secteur devront prendre en compte l'effet rétablissement du transit sur la Durance alors que son régime d'écoulement est fortement perturbé par l'aménagement hydroélectrique.

En fonction du transit solide recherché, les différents scénarios préciseront les fréquences d'ouverture nécessaire au barrage de Malijai et au barrage de l'Escale ainsi que la valeur de l'abaissement du seuil du pont canal.

6. SECTEUR BLEONE AMONT

L'extrémité amont du bassin versant de la Bléone est très productrice de matériaux alluviaux. Les importants volumes transportés en crues induisent une divagation latérale importante du lit qui favorise l'érosion du remblai de la route départementale RD107 qui longe le lit de la Bléone.

La pile centrale de l'ancien pont à Prads constitue un obstacle hydraulique important, notamment vis-à-vis du risque d'embâcle.

A Prads, la piste d'accès au village pour les camions se situe à proximité immédiate de la Bléone. Sa situation la rend inondable et très vulnérable aux divagations du lit.

7. SECTEUR DUYES

La nature géologique du bassin versant des Duyes est très productrice de matériaux alluviaux.

On note un déficit d'apports solides de l'amont du bassin versant jusqu'à l'aval de Thoard contrastant avec la tendance naturel forte capacité de divagation qui caractérise le secteur aval.

PROFILS EN LONG
