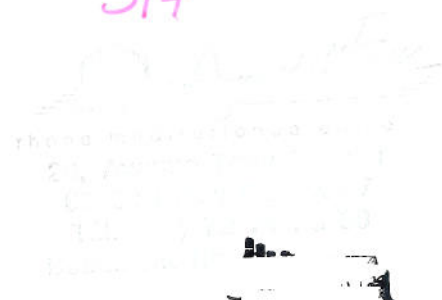


DIRECTION ET
ADMINISTRATION
2, RUE MISTRAL
13370 MALLEMORT
TEL 04 90 59 48 58
FAX 04 90 59 42 00

SYNDICAT MIXTE D'AMÉNAGEMENT
DE LA VALLÉE DE LA DURANCE

MRS D 0307

3/7



MOYENNE ET BASSE DURANCE SCHÉMA D'AMÉNAGEMENT ET DE GESTION



Rapport de Synthèse
Mars 2000

TELEOS

 **SOGREAH**
CONSULTANTS

CESAME

La Durance a connu en 1994 les premières fortes crues, franchement débordantes, depuis la réalisation des grands aménagements hydroélectriques de la vallée (engagée en 1959) : ces épisodes ont rappelé brutalement que les grandes crues de la Durance n'ont pas été supprimées par ces aménagements.

Ces crues sont survenues dans un contexte nouveau de la gestion des rivières, concrétisé par la Loi sur l'Eau de 1992. La volonté d'assurer une gestion plus équilibrée de la ressource en eau a conduit notamment à l'abandon des exploitations de granulats dans le lit de la Durance, qui avaient tant marqué le fonctionnement du lit depuis trois décennies. Ainsi le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux du bassin Rhône - Méditerranée - Corse, adopté par le comité de bassin le 20 décembre 1996, préconise pour la Durance "une démarche originale sur l'ensemble du Val de Durance dans le cadre d'enjeux économiques, écologiques et sociaux extrêmement importants", suivant deux axes majeurs de réflexion:

- Définir un plan de gestion de l'espace alluvial, au sein duquel doivent s'organiser des usages en harmonie avec la préservation des milieux aquatiques superficiels et souterrains ;***
- Optimiser la gestion de la ressource (définir des objectifs en terme de milieu et d'usages, revoir les débits réservés en fonction de ces objectifs, examiner l'impact économique et les financements à rechercher). Le SDAGE préconise notamment une révision des modalités de gestion de la retenue de Serre-Ponçon pour tenir compte des nouveaux besoins et de l'évolution des usages.***

La présente étude ne répond pas entièrement à ces deux attentes : la gestion de l'espace alluvial est au cœur de l'étude. En revanche, la gestion de la ressource en eau n'est pas traitée sous tous ses aspects : si des réflexions sur les débits réservés apportent des éléments de réponse intéressants, une étude sur les usages de l'eau est prévue en prolongement de la démarche engagée.

*

*

*

Pour définir une nouvelle politique sur la Durance qui recueille l'assentiment du plus grand nombre, le Syndicat Mixte d'Aménagement de la Vallée de la Durance (gestionnaire de la Durance à l'aval de Cadarache) a engagé, avec l'appui des organismes publics concernés (Agence de l'Eau, ministère de l'Équipement, ministère de l'Environnement, Région Provence-Alpes-Côte-d'Azur, départements de Vaucluse, des Bouches-du-Rhône et des Alpes-de-Haute-Provence), et en concertation avec le Syndicat Mixte des Rives de la Durance (Alpes-de-Haute-Provence) un programme

d'études qui doit permettre d'élaborer un schéma d'aménagement de la vallée entre le barrage de l'Escale et le Rhône. Ces études ont été confiées :

- ***à SOGREAH, pour le volet " Etude hydraulique et sédimentologique ",***
- ***au groupement AQUALIS/CESAME/TELEOS, pour le volet " Milieu naturel ".***

*

*

*

Le présent rapport de synthèse expose les trois principales phases de l'étude : les grandes lignes de l'état actuel, issues du diagnostic, les orientations générales du schéma de gestion, et enfin les propositions d'actions. Cette synthèse a été établie en commun par les bureaux d'études.

Les grandes lignes de l'état actuel

Les crues de la Durance

Les crues exceptionnelles restent proches de leur état naturel. L'absence de crues ordinaires les rend d'autant plus dangereuses.

L'analyse des données disponibles confirme que la valeur de 5000 m³/s est un ordre de grandeur satisfaisant de la crue centennale naturelle à Cadarache .

L'incertitude sur le débit des grandes crues historiques doit rendre prudent sur les nuances et les affinements apportés à ce chiffre.

Débits des grandes crues historiques					
	Octobre 1882	Octobre 1886	Novembre 1886	Janvier 1994	Novembre 1994
Serre-Ponçon	700	800	1300	60	600
Sisteron	2000 ?	2000	2900	1600	1300
L'Escale	2600	2200	3000	2000	1500
Manosque	4200	3600	4500	2800	2000
Mirabeau	5100	4000	5000	2900	2700
Orgon			4850	2800	2700
Bonpas	4600	4100	5100	3000	2800

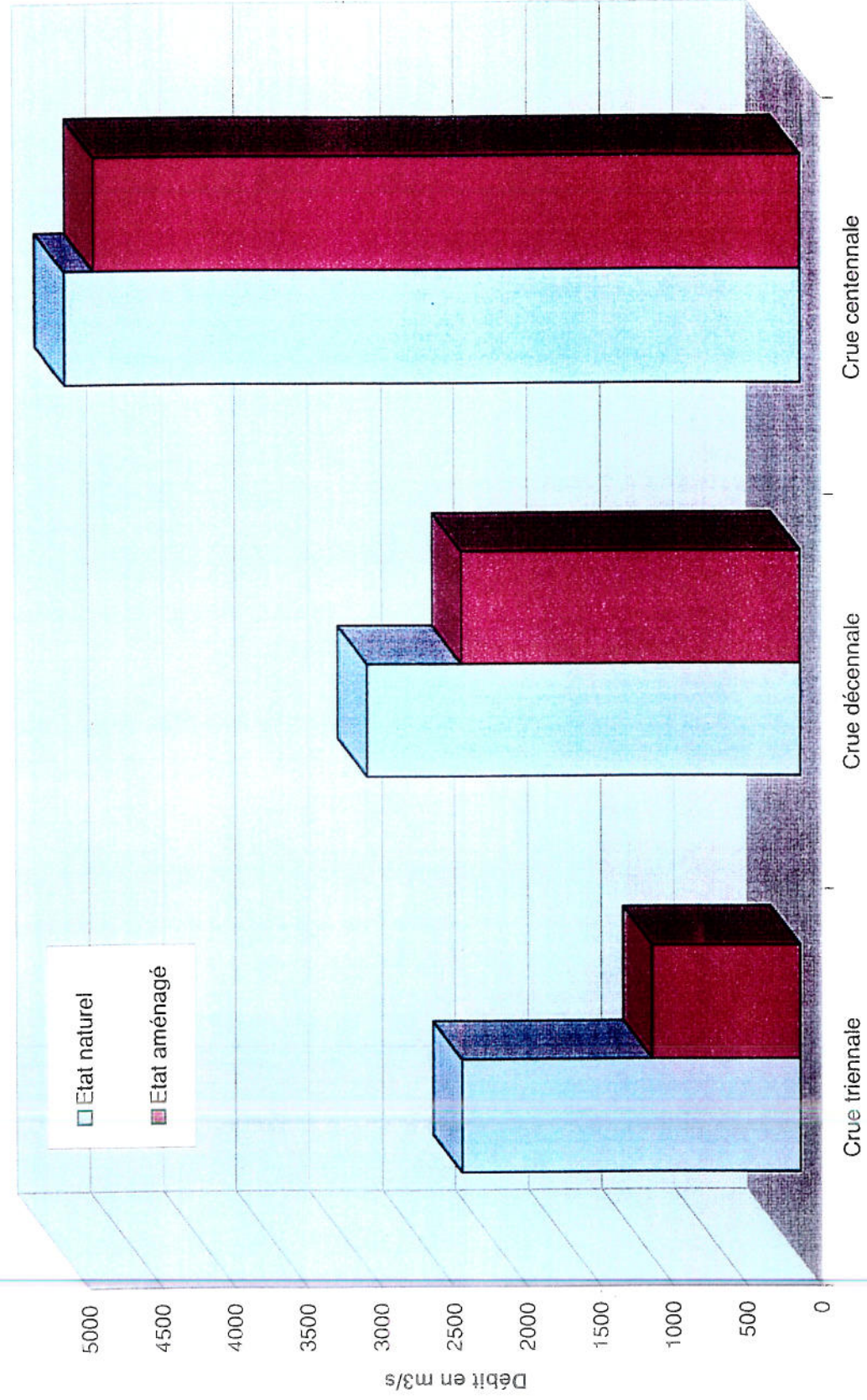
L'effet des grands réservoirs de Serre-Ponçon et du Verdon peut s'avérer faible lors d'une crue exceptionnelle.

La réduction des débits de crue par les grands réservoirs (Serre-Ponçon et aménagement du Verdon) est importante pour les crues moyennes.

La réduction des débits de pointe atteint encore de 300 à 500 m³/s pour les crues de 1994.

Mais il est beaucoup plus limité pour les crues exceptionnelles :

Effet des aménagements hydroélectriques sur les crues de la Durance



- d'une part, les grandes crues de la Basse Durance se forment surtout en Moyenne Durance et le bassin à l'amont de Serre-Ponçon n'y contribue pas toujours (type janvier 1994)
- d'autre part, des hypothèses raisonnables sur le volume disponible dans les retenues conduisent à un écrêtement de 200 à 300 m³/s du débit de pointe des grandes crues du XIXe siècle. Mais la crue du 11 novembre 1886, survenant après les fortes crues du 28 octobre et du 8 novembre, aurait pu trouver les retenues totalement pleines.

Le fonctionnement de ces retenues modifie les conditions de concomitance des crues.

Les nouvelles consignes de gestion de Serre-Ponçon retardent les crues de la Durance par rapport à celles du Buëch, pour réduire les débits de pointe à Sisteron.

En revanche, la gestion de la chaîne du Verdon a un effet non maîtrisé, même s'il s'est avéré positif lors de la crue de novembre 1994. En effet, les conditions de concomitance des crues de la Durance et du Verdon sont un élément déterminant dans la formation des crues de la Basse Durance. Or les interactions entre les modalités de propagation des crues du Verdon dans la chaîne hydroélectrique (Castillon - Sainte-Croix - Quinson - Gréoux) et la Durance ne paraissent pas avoir été finement analysées.

En conclusion, on peut proposer la synthèse suivante (en gardant toujours à l'esprit les incertitudes sur l'évaluation de ces débits) :

	Sup BV	Q10		Q30		Q100	
	km ²	naturel m ³ /s	aménagé m ³ /s	naturel m ³ /s	aménagé m ³ /s	naturel m ³ /s	aménagé m ³ /s
L'Escale	6800	1700	1100	2300	2000	3300	3000
Manosque	9300	2350	1600	2900	2600	4200	4000
Cadarache	11700	2950	2300	3500	3100	5000	4800
Cavaillon		2950	2300	3500	3100	4600	4400
Bonpas	14200	2950	2300	3600	3200	4700	4500

Sur cette base, la période de retour de la crue de 1994 serait de 30 ans à l'Escale, 35 ans à Manosque, 25 ans sur la Basse Durance.

Cet ordre de grandeur a été annoncé très tôt sur la Basse Durance. En revanche, la crue a longtemps été réputée plus rare sur la Moyenne Durance.

Le fonctionnement morphologique du lit

La dynamique morphologique naturelle

La Durance avant les années 1950 était caractérisée par une grande activité morphologique.

Avant les grandes perturbations des années 1950/1990, le lit avait conservé une grande activité morphologique malgré les programmes d'épis et de digues réalisés depuis le milieu du XIX^{ème} siècle.

Sur tout le linéaire d'étude dominait un lit en tresse large et très mobile (largeur moyenne de 560 m au sein d'un espace de divagation d'une largeur moyenne de 840 m).

Le transport solide était fréquent (transport au-dessus de 200 m³/s environ, soit 120 jours par an).

La structure des pentes présente une décroissance assez régulière : 3,5 ‰ en Moyenne Durance, 2,7 ‰ entre le Verdon et Cavaillon, se réduisant progressivement ensuite jusqu'à 2 ‰ au droit d'Avignon.

Les grandes sources de perturbation

Les dérivations vers le canal industriel réduisent considérablement la capacité de transport de la Durance.

On peut estimer que la capacité de transport par charriage moyenne de la Durance est tombée de 500 000 m³/an¹ avant aménagement à 40 000 m³/an après aménagement, à l'aval de Cadarache (respectivement 300 000 et 25 000 m³/an à l'aval de l'Escale).

A l'aval de Mallemort, les restitutions d'eau dans le cadre du plan de reconquête de l'Etang de Berre (débits fréquents entre 150 et 250 m³/s) permettent d'escompter une capacité de transport de l'ordre de 140 000 m³/an.

¹ Attention : il ne peut s'agir que d'ordres de grandeur, qui prétendent seulement apporter des éléments de comparaison réalistes entre les différents termes du transport solide par charriage dans la Durance. Il faut tenir compte également d'une très grande variabilité des apports d'une année sur l'autre.

Les extractions de granulats ont durablement transformé le lit de la Durance.

Les extractions de granulats dans le lit mineur de la Durance ont atteint de 50 à 60 Mm³ depuis le début des années 60 (dont 80 % en Basse Durance). Cela représente un abaissement moyen du lit de 1 à 1,5 mètre sur l'ensemble de la zone d'étude. Mais les prélèvements ont été très inégalement répartis.

Même avec les apports naturels de graviers de la Durance, il aurait fallu plusieurs siècles pour retrouver les niveaux initiaux du lit.

Les extractions en lit mineur ont aujourd'hui quasiment cessé : les extractions au droit d'Avignon ont cessé en décembre 1998. En Moyenne Durance, quelques exploitations demeurent autour de Manosque, dont l'autorisation expire au début des années 2000.

En Basse Durance ont été réalisés récemment des curages à vocation hydraulique après la crue de 1994, utilisés par les travaux du TGV

Ces extractions ont profondément bouleversé le lit de la Durance. Il faut distinguer :

- les extractions en souilles profondes (plus de 10m parfois) entre des seuils (secteurs du Puy-Ste-Réparate et d'Avignon) : le fonctionnement du lit est totalement modifié.
- les extractions massives dans le lit, qui correspondent à des abaissements importants (de l'ordre de 2m dans le secteur de Manosque ou à l'aval de Cavaillon ; jusqu'à 5m en amont de Pertuis).
- les extractions en marge du lit actif, séparées du lit principal par une levée : elles participent à la dynamique du lit en captant les transports solides dès que la séparation avec le lit vif est rompue (plan d'eau de la Roque-d'Anthéron et gravières de Mallemort ou d'Orgon capturées lors des crues de 1994).

Les évolutions du lit en altitude depuis 50 ans sont très contrastées.

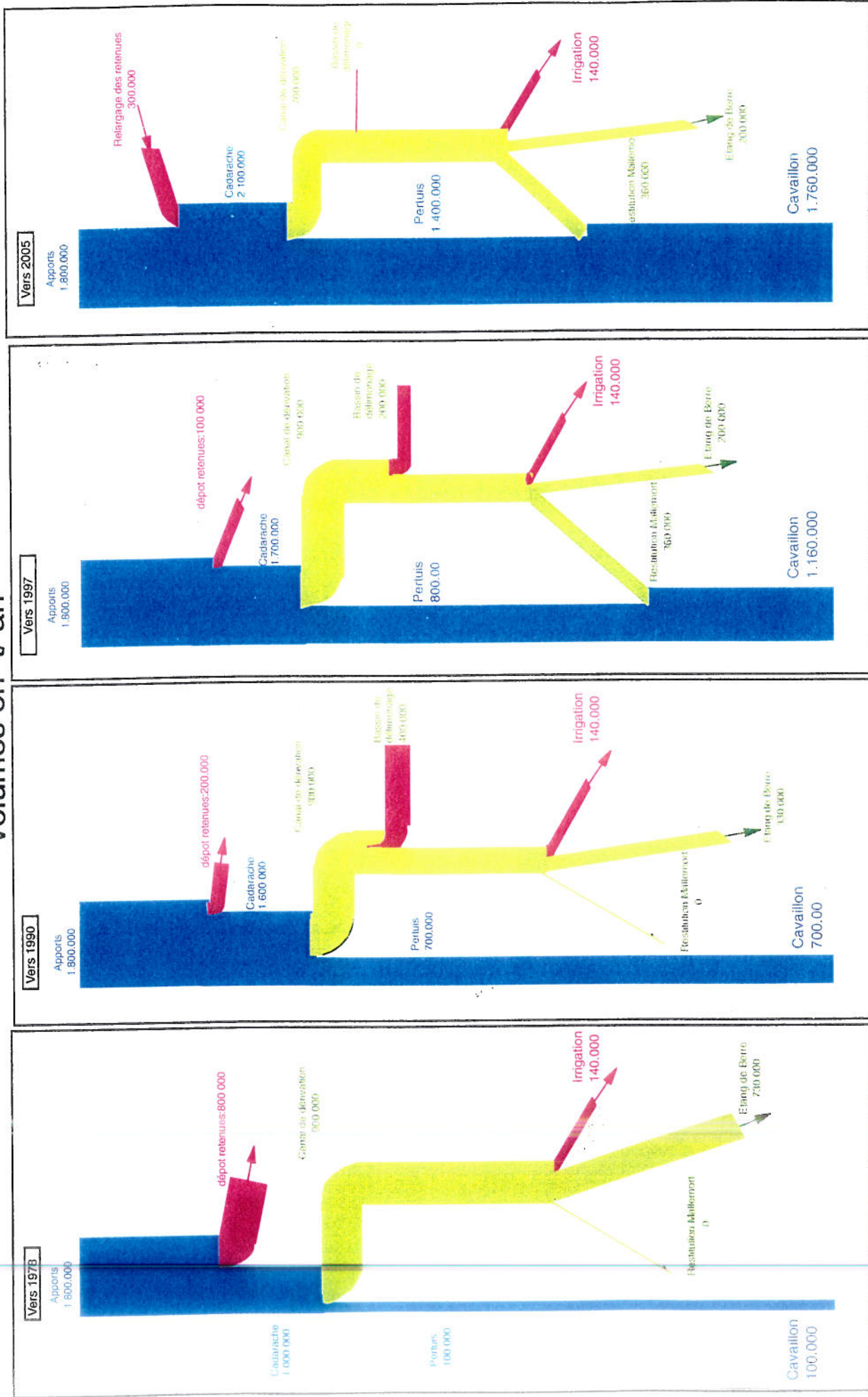
Tous les secteurs n'ont pas été touchés avec la même intensité par les perturbations de la dynamique morphologique.

Aval immédiat de l'Escale	↘	érosion progressive (- 1 m)
Les Mées - La Brillanne	→ ↗	stabilité (voire léger exhaussement),
La Brillanne - confluent de l'Asse	↘	abaissement (-1m à -2m le plus souvent)
Confluent de l'Asse - Largue	→	stabilité
Autour de Manosque	↘	abaissement généralisé (-2m) en raison d'extractions
Entrée de Cadarache	→	stabilité
Cadarache - Mirabeau	↘	réduction de la pente (avec abaissement du lit jusqu'à -2,5 m) en raison d'extractions et d'un déficit d'apports
Jouques - Pertuis	↘	abaissement généralisé dû à des extractions massives (-3 à -5 m)
Pertuis - Le Puy-Ste- Réparate	↓	extractions massives en souilles entre seuils
Le Puy - Cadenet	↘	réduction de la pente (2,4 ‰) (abaissement du lit jusqu'à -2 m)
Cadenet - la Roque-d'Anthéron	↘	abaissement (-1 m) lié à la capture du plan d'eau,
la Roque - Mallemort	↗	léger exhaussement compensé par un curage récent
Mallemort - Orgon	↘(↗)	abaissements modérés avec quelques zones d'exhaussement possible.
Cavaillon	↘ →	abaissements à l'entrée de Cavaillon (-1,5 m), stabilité au droit du pont
Cavaillon - Cabannes	↘	abaissement généralisé en cours (1,5 m) suite à des extractions
Bonpas et Châteaurenard	↘	léger abaissement
Au droit d'Avignon	↓	extractions massives en souilles

On observe actuellement un accroissement majeur des apports de limons en Basse Durance, qui s'amplifiera encore dans les prochaines années.

Les limons issus du bassin versant situé à l'aval des grands réservoirs (de l'ordre de 2 Mt/an) ont été, pendant deux décennies, piégés dans les retenues de Moyenne Durance, aujourd'hui totalement colmatées, et envoyés vers l'étang de Berre par la dérivation hydroélectrique : les apports à la Basse Durance étaient très faibles.

Essai d'établissement d'un bilan des transferts de limon sur la moyenne et basse Durance volumes en t/an



EDF cherche aujourd'hui à interrompre le colmatage de ses retenues, voire à remobiliser une fraction des sédiments déposés. Parallèlement, le plan de reconquête de l'étang de Berre limite drastiquement les apports de limons à l'étang.

Il s'ensuit un rétablissement des arrivées de limons en Basse Durance. Ces apports ont lieu pour partie lors des restitutions à Mallemort (entre 150 et 250 m³/s), pour partie lors des crues déversant aux barrages de l'Escale et de Cadarache.

Ce rétablissement des apports de limons a lieu avec des débits liquides toujours réduits par l'aménagement hydroélectrique.

Il faut s'attendre à trois phénomènes aux conséquences majeures tant pour la capacité d'écoulement des crues que pour la qualité des milieux alluviaux :

- Les ripisylves basses non essartées constituent de parfaits pièges à limons. Relativement épargnées jusqu'ici grâce à la faiblesse des concentrations en limons, elles seront fortement sollicitées dans les prochaines années. L'observation de crues récentes sur plusieurs cours d'eau (Var, Aygues, Isère) a montré que des dépôts de plusieurs décimètres pouvaient avoir lieu au cours d'une seule crue. On peut donc craindre un exhaussement rapide de ces espaces si aucune mesure préventive n'est prise.
- A l'aval de Caumont, la conjugaison de la faiblesse des débits liquides, du déficit des apports de graviers et de la faiblesse des pentes favorise la formation d'un chenal étroit et profond entre des bancs perchés, dans la formation desquels les limons jouent un rôle prépondérant. L'accroissement des apports de limons accélérera ce phénomène au point de réduire de manière inquiétante la capacité d'écoulement du lit.
- Le colmatage des souilles d'extractions s'amplifie actuellement avec les nouveaux régimes de restitution à Mallemort. L'accroissement prévisible des apports de limons ne fera qu'amplifier le phénomène. Or, dès que des bancs émergent, leur colonisation par la végétation favorisera le piégeage des limons et leur exhaussement.

Les tendances morphologiques actuelles

Le tressage vif (lit à bras multiples fortement divaguant), forme naturelle de la Durance, n'est plus aujourd'hui le type morphologique dominant.

Il ne persiste que dans les zones de réengrèvement (outre des secteurs de transition aux marges des zones d'érosion régressive). Mais il s'agit d'une forme dégénérée en raison du déficit des crues petites et moyennes

La tendance générale est à la fixation du lit.

La faiblesse des débits associée à un déficit des apports de graviers ne permet plus une activité suffisante du lit pour entretenir les formes de tressage. Peu à peu, les bancs se végétalisent, ce qui favorise le dépôt de limons : le banc exhaussé est moins submersible. La végétation peut encore mieux se développer... Le phénomène se développe ainsi lui-même.

Cette évolution peut réduire sensiblement la capacité d'écoulement du lit.

Pour entraver ce processus, des essartements réguliers sont conduits depuis la mise en service de l'aménagement.

Les fortes crues, comme celles de 1994, n'ont pas permis une réactivation significative des secteurs où le processus était le plus engagé (aval de Bonpas, notamment).

Des facteurs particuliers (digue longitudinale, coude, ...) peuvent favoriser la formation d'un chenal unique, profond, entre des bancs très perchés (Orgon, Cavaillon, Bonpas, Châteaurenard, Avignon).

Les extractions passées ou actuelles conduisent à des phénomènes d'érosion régressive, où l'abaissement du lit s'accompagne d'une grande activité morphologique, temporaire.

La pente accrue sous l'effet d'un surcreusement du lit à l'aval (extractions en cours dans le lit mineur à Manosque, capture du plan d'eau à la Roque d'Anthéron, comblement de la souille du Grand Isclon à l'aval de Cavaillon) conduit à un accroissement de la capacité de transport.

Ces processus se caractérisent par l'apparition de trains de méandres, avec un lit qui tend à se simplifier et de violentes érosions de berges.

Il s'agit d'une forme transitoire jusqu'à ce que la pente tende vers une valeur assurant l'équilibre entre apports et capacité de transport. La tendance à la fixation du lit réapparaîtra alors.

Les apports solides potentiels par charriage sont sensiblement réduits.

Les apports naturels par charriage atteignaient de l'ordre de 500 000 m³/an. Le réservoir de Serre-Ponçon et les aménagements du Verdon en ont supprimé définitivement environ 50 %.

Actuellement, les seuls apports de graviers significatifs sont ceux de l'Asse (de l'ordre de 50 000 m³/an).

Les apports de graviers de la Bléone étaient et restent fortement réduits par des extractions et des ouvrages qui en perturbent le transit. Mais un rétablissement des

FONCTIONNEMENT ACTUEL DU LIT

DYNAMIQUE DU LIT A COURT TERME (#10 ans)

LEGENDE














- Apports de matériaux
- Engrèvement du lit
- Dynamique active stable
- Interruption du transit des matériaux
- Plan d'eau capturé
- Extractions actuelles / récentes
- Erosion régressive
- Erosion progressive
- Tendance à la fixation du lit
- Plans d'eau
- Barrages
- Seuils
- Restitutions d'eau



SI/MAVD

SOGREAH
CONSULTANTS

LEGENDE

-  Apports de matériaux
-  Engrèvement du lit
-  Dynamique active stable
-  Interruption du transit des matériaux
-  Plan d'eau capturé
-  Extractions actuelles / récentes
-  Erosion régressive
-  Erosion progressive
-  Tendence à la fixation du lit
-  Plans d'eau
-  Barrages
-  Seuils
-  Restitutions d'eau

FONCTIONNEMENT ACTUEL DU LIT

DYNAMIQUE DU LIT A MOYEN TERME (#25/50 ans)



SMAVD

SOGREAH
CONSULTANTS

apports à la Durance (environ 80 000 m³/an) semble inéluctable à court terme en raison de l'arrêt des extractions.

La gestion en crue des retenues de St-Lazare et de l'Escale ne permet pas actuellement le transit des matériaux.

Les tendances d'évolution par secteurs

En Moyenne Durance, avec la gestion des débits actuels, le rétablissement progressif du transit des matériaux s'accompagnera d'un exhaussement significatif du lit.

D'une part, le rétablissement du transit des matériaux supposera le réengrèvement des zones qui ont connu des abaissements importants du lit (Oraison, Manosque) de façon à retrouver les pentes motrices initiales. Cet exhaussement pourrait dépasser 1 m à Manosque en un quart de siècle.

D'autre part, les futurs apports de la Bléone ne pourront pas être correctement repris par les débits de la Durance. Il y aura donc un engrèvement du confluent de la Bléone (de 1 à 2 m), qui pourra se faire sentir dans la traversée des Mées.

La retenue de Cadarache n'a guère pu piéger des graviers jusqu'ici : les maigres apports étaient extraits à l'amont de la retenue.

Le lit à l'aval de Cadarache traduit un fort déficit d'apports solides par charriage. Pourtant, les éléments disponibles ne mettent pas en évidence un piégeage marqué des alluvions grossières par la retenue. En fait, le problème ne s'est guère posé : les seuls apports, ceux de l'Asse ont été prélevés régulièrement entre Manosque et Cadarache, ce qui a réduit le transit à l'amont du barrage.

Le secteur de Pertuis / Le Puy-Ste-Réparate restera durablement une coupure sédimentologique.

Le rétablissement du transit des matériaux n'interviendra pas, au rythme actuel, avant deux siècles.

Cette interruption durable du transit à l'aval de Pertuis conduira à une tendance à l'abaissement en amont de Cadenet.

Puisqu'aucun matériau ne franchira les souilles du Puy avant longtemps dans l'état actuel du système, le lit entre Le Puy et Cadenet sera très sollicité. La formation d'un pavage du lit (couche protectrice d'alluvions grossières) devrait cependant entraver l'abaissement du lit, qui sans cela atteindrait 3 mètres. L'érosion des berges pourra participer à cette recharge sédimentaire. L'érosion régressive due à la capture du plan d'eau de La Roque-d'Anthéron en 1994 renforcera la tendance à l'abaissement.

L'impact morphologique des restitutions EDF à Mallemort est encore difficile à préciser.

Ces restitutions effectuées par EDF à Mallemort dans le cadre du plan de reconquête de l'étang de Berre ont débuté en 1994, au moment des grandes crues.

Il semble que ces restitutions pourront favoriser le maintien de formes vives dans les secteurs assez dynamiques, même en l'absence de déversés à Cadarache.

En revanche, elles semblent impuissantes à entraver la forte propension à la fixation du lit dans les tronçons à faible pente (amont de Cavaillon, zone de Châteaurenard).

Le tronçon Mallemort / Orgon tendra à s'abaisser.

Le surcroît de capacité de transport lié aux restitutions de débit à Mallemort engendrera une érosion progressive de ce secteur. L'abaissement du lit sera sans doute entravé, comme à Cadenet, par un pavage du lit. L'érosion des berges soulagera également le fond du lit. Sans cela, l'abaissement pourrait atteindre 3 mètres au pont de Mallemort.

La traversée de Cavaillon tendra plutôt à s'exhausser.

La faible pente du lit entre Orgon et Cavaillon, entretenue par des curages réguliers, favorise un certain engrèvement du lit.

Le secteur de Caumont sera également soumis à un lent réengrèvement potentiel.

Malgré l'arrêt des extractions passées du Grand Isclon, l'érosion régressive se poursuit vers Cavaillon en s'atténuant.

Parallèlement, le secteur de Caumont tendra à se réengraver progressivement si la continuité sédimentologique est assurée en amont.

De part et d'autre du barrage de Bonpas jusqu'à Avignon, la tendance à la fixation du lit devrait se poursuivre.

Elle s'accompagnera de l'exhaussement régulier des bancs (cycle végétalisation / enlèvement).

Les relations nappe-rivière

Les relations nappe-rivière sont importantes. Les aquifères de la Durance ont été soumis à trois évolutions importantes :

- L'importance des infiltrations dans les parcelles irriguées gravitairement provoque un maximum de niveau en été. L'étiage de la nappe s'est ainsi déplacé de la fin de l'été à la fin de l'hiver. L'importance des débits d'apport dus à l'irrigation a atténué la sensibilité de la nappe aux variations du lit.
- La réduction des débits a conduit à un abaissement de la nappe d'au moins 0,50 m dès les années 1960.
- Les abaissements du lit ont conduit localement à des baisses importantes du toit de la nappe (jusqu'à 2 mètres).

L'écoulement des crues

Les crues de 1994 ont rappelé brutalement la réalité du risque de débordements de la Durance.

Certains secteurs ont été très touchés : les Mées, Pertuis, plaine de Lauris à Mallemort. Cavaillon, les zones industrielles de Manosque et de Châteaurenard ont été gravement menacées. D'autres tronçons ont été au contraire épargnés. Une part importante des dégâts est liée aux ruptures de digues et d'épis.

Diagnostic des structures de protection

L'évolution de la capacité du lit a été très contrastée selon les secteurs.

Deux tendances se sont opposées depuis 50 ans.

L'abaissement du lit sur de nombreux tronçons a accru fortement la section d'écoulement dans le lit principal (secteurs de Manosque, de Peyrolles, de Caumont, ...).

Mais parallèlement, la suppression des crues ordinaires a favorisé le développement de la végétation dans le lit. Le chenal essarté maintenu par EDF est en général plus étroit que le lit vif (nu) antérieur. La largeur moyenne du lit vif est passée ainsi de 560 m en 1930 à 280 m aujourd'hui. La capacité d'écoulement du lit en a été sensiblement réduite.

Ainsi, des tronçons où l'abaissement du lit l'a emporté, supprimant les débordements pour une crue comme celle de 1994 (Villelaure, Meyrargues, Caumont) s'opposent à d'autres tronçons où le lit n'avait pas baissé (voire s'était légèrement exhaussé), et où les débordements ont été particulièrement violents (secteur Lauris/Mallemort, en particulier).

Les grandes digues longitudinales et les axes autoroutiers qui assurent de fait un rôle de digue présentent souvent un niveau de protection incertain, voire insuffisant en crue centennale.

En Moyenne Durance, l'autoroute A51 est submersible en crue centennale à Peyruis, Ganagobie et Manosque.

En Basse Durance, le système de protection de Pertuis, renforcé après la crue de 1994, présente encore quelques faiblesses.

La protection de Cavaillon pour une crue de 5000 m³/s est programmée, mais n'est pas encore achevée.

L'autoroute A7 en rive gauche est en limite de submersion à 5000 m³/s en plusieurs points (Orgon, Cabannes).

En poursuivant vers l'aval sur la rive gauche, la digue des Alpines à Châteaurenard, puis la digue entre les ponts de Rognonas et de Barbentane présentent des risques ponctuels de surverse.

En rive droite, la digue palière d'Avignon n'est pas submersible à 5000 m³/s, mais la marge de sécurité peut paraître insuffisante en regard des enjeux protégés.

Ailleurs, l'écoulement des crues est conditionné par un système de protection complexe et peu fiable, qui n'a pas été adapté à l'évolution de l'occupation du lit majeur.

De vastes zones sont protégées par des systèmes de protection par digues et épis, parfois complexes, voire anarchiques, dont le comportement en crue est imprévisible et peut parfois s'avérer brutal : Les Mées, Oraison, Le Puy-Sainte-Réparate, Cadenet, Lauris - Mallemort, Sénas - Cheval-Blanc, Caumont.

A la fin du XIX^{ème} siècle, le principal ouvrage de protection était le grand épi perpendiculaire au lit : sa fonction était de limiter les divagations du bras vif tout en favorisant l'enlèvement des terres en amont des épis. L'exhaussement de ces terres en réduisait d'ailleurs peu à peu la submersibilité. Le terrain naturel présente aujourd'hui des décrochements qui peuvent dépasser deux mètres de part et d'autre des épis.

Dans ce système, la plaine restait submersible.

Progressivement, les épis ont été reliés par des levées longitudinales : il s'agissait parfois de digues en dur, mais le plus souvent de simples bourrelets de terre étroits et irréguliers.

A l'occasion de l'avancée des terres agricoles sur les forêts riveraines, de nouvelles levées ont parfois été réalisées, doublant les précédentes.

Les bourrelets et pistes laissés par les exploitants de granulats ont encore ajouté à la confusion.

Dans la plaine, le dépôt des produits de curage des canaux d'irrigation sur les bords a conduit progressivement à l'apparition de petites levées fragiles, mais qui peuvent guider les écoulements faiblement débordants. Enfin, les voies en remblai et les haies pare-vent contribuent aussi au compartimentage du lit majeur.

L'ensemble de ces éléments conduit à des modalités de débordements très complexes, extrêmement sensibles à des points de détail (point bas dans une levée, embâcle, position du bras vif, rupture d'une levée) et donc imprévisibles.

En outre, il s'agit d'un comportement à seuil très marqué : une crue peut ne pas déborder, tandis qu'une autre, à peine plus forte, pourra engendrer des hauteurs d'eau importantes, par le jeu combiné des ruptures de digue, des accumulations d'eau, des écoulements débordants qui ne peuvent plus retourner au lit principal, de la topographie de la plaine (elle se trouve parfois à peine au-dessus du lit, et elle descend quand on s'éloigne de la Durance).

L'urbanisation diffuse a rendu ces zones beaucoup plus sensibles aux inondations.

L'occupation de la plaine de la Durance a en effet évolué : aux quelques fermes anciennes, alors peu vulnérables, s'est ajoutée au fil du temps une urbanisation diffuse, sensible aux inondations.

Le niveau de protection assurée par des ouvrages conçus initialement pour la protection des terres agricoles n'est pas adapté à la nouvelle occupation de la plaine (fréquence des débordements, mais surtout fragilité des ouvrages et rupture brutale en cas de débordements).

L'aménagement de la plaine inondable est un enjeu très sensible sur la Durance.

L'Etat a imposé depuis 1992 une politique très restrictive de développement de l'urbanisation dans les secteurs menacés, mal vécue par les communes.

Celles-ci, tout en ayant pris conscience des risques d'inondation, réclament un assouplissement des contraintes imposées sur quelques zones qu'elles considèrent comme stratégiques pour leur développement.

Les conditions d'écoulement des crues

Les conditions de propagation des crues de la Durance ne semblent pas avoir été profondément modifiées par les évolutions du lit majeur.

Les simulations des grandes crues du XIX^{ème} siècle avec l'état actuel du lit ne mettent pas en évidence de modifications notables des débits de pointe ni des temps de propagation.

Le temps de propagation des fortes crues entre Cadarache et le Rhône est de 10 à 15 heures selon la forme de la crue.

Sur la Moyenne Durance, le maximum à Cadarache est observé de 2 à 5 heures après le passage du maximum à Sisteron. Mais ce faible écart provient de

l'importance des affluents (le Verdon, notamment) qui arrivent avant la Durance. Le temps de propagation vrai est de 7 à 8 heures entre l'Escale et Cadarache.

L'écrêtement des crues n'est significatif que dans les zones de débordement entre Pertuis et Bonpas.

En Moyenne Durance, la pente est trop forte et le lit trop étroit pour modifier sensiblement les débits de pointe. Les phénomènes d'écrêtement restent marginaux par rapport aux effets de concomitance avec les affluents (Bléone, Asse et surtout Verdon).

Entre Cadarache et Pertuis, l'absence de débordements ne permet aucun écrêtement.

L'écrêtement du débit maximum de la crue est particulièrement net en amont de Mallemort, mais ce fait est lié à l'accumulation d'eau sur plus de 4 mètres en 1994 en amont du canal EDF.

La variabilité naturelle des écoulements de la Durance est un élément fondamental qui devra être intégré dans toute réflexion d'aménagement.

Les hauteurs d'eau sur la Durance sont relativement faibles par rapport à la largeur du lit. En outre, ce lit varie dans le temps (déplacement des bras vifs, dépôt et reprise de bancs, développement de la végétation, ...).

Des dénivelées importantes (jusqu'à un mètre) peuvent apparaître d'une rive à l'autre, parfois davantage autour des épis.

Les évolutions futures du lit pourront modifier sensiblement les risques de débordements.

Sur plusieurs tronçons où le lit a été abaissé par les prélèvements de granulats, aujourd'hui arrêtés, la tendance prévisible sera un lent réengrèvement du lit. Ailleurs, la tendance à la fixation du lit entraînera une réduction de la section d'écoulement (exhaussement des bancs, développement de la végétation - certes contrarié par les essartements -).

Ces évolutions s'accompagneront d'un accroissement des risques de débordement : Les Mées, Manosque, entrée de Cavaillon, Caumont, Châteaurenard, Avignon.

Quelques secteurs connaîtront plutôt un abaissement du lit : Cadenet, Sénas - Cheval-Blanc.

LEGENDE

Capacité du lit accrue depuis 50 ans

Capacité du lit réduite depuis 50 ans

Digues longitudinales et voies en remblais assurant une protection

Digues longitudinales et voies en remblais submersibles en crue centennale

Risques de débordements divergents vers le sud

Zones de débordement complexe avec système confus et peu fiable de digues

Zones peu habitées mises hors d'eau par des ouvrages

Tendance à l'exhaussement du lit

Tendance à l'abaissement du lit

Digue palière d'Avignon :
Sécurité peut être insuffisante
en regard des enjeux

LA GESTION DES INONDATIONS

SYNTHESE DES PROBLEMES DE DEBORDEMENT



SM/AVD

SOGREAH
CONSULTANTS

Les risques de débordement

Niveau d'inondabilité actuel

	Crue type janvier 1994	Crue type octobre 1886	Crue type novembre 1886
	Débit à Mirabeau (m3/s)		
Communes	3000	4000	5000
L'Escale			<i>Pas de débordements</i>
Château-Arnoux		Limite inondation d'Atochem en aval du pont SNCF	Inondation d'Atochem en amont et à l'aval du pont SNCF
Montfort			
Les Mées	Inondation de la plaine jusqu'à la RD4.	Secteur endigué entre le pont et l'épi de Trabuc inondé	
Peyruis		Risques de débordements ponctuels sur l'autoroute en aval du pont.	Forts débordements sur l'autoroute en aval du pont.
Ganagobie		Risques de débordements ponctuels en amont de l'aire d'autoroute	Forts débordements sur l'autoroute en amont de l'aire d'autoroute.
Lurs			<i>Voie ferrée et autoroute insubmersibles</i>
La Brillanne			Limite de débordement ponctuel sur l'autoroute au niveau du pont.
Oraison	Inondation de la plaine jusqu'à la RD4. Route de La Brillanne (D4b) inondable.		Forts débordements sur la Route de La Brillanne, risque de rupture.. Station d'épuration inondée.
Villeneuve			Risques de débordement ponctuel sur l'autoroute en aval du Pont Canal
Volx	Limite de débordements sur l'aire d'autoroute	Débordements partiels sur l'aire d'Autoroute.	Risques de débordement ponctuel sur l'autoroute au niveau de l'aire d'autoroute
Valensole	Inondation généralisée de la plaine jusqu'à la RD4.		
Gréoux-les-Bains	Inondation généralisée de la plaine		
Manosque	Faibles débordements sur la zone industrielle de Manosque	Inondation de la zone industrielle de Manosque	Débordements limités sur l'autoroute au niveau de la zone industrielle
Vinon	Inondation des terrasses basses au confluent Durance-Verdon et au pied de l'aérodrome		
Sainte-Tulle			Risques ponctuels de débordements sur l'autoroute en amont du canal EDF
Corbières			<i>Canal EDF insubmersible</i>
St-Paul-lès-Durance	Remontée d'eau par un ouvrage sous l'A51 <i>STEP inondée en 1994, protégée depuis</i>		
Beaumont-de-Pertuis	Inondation généralisée de la plaine		Inondation du hameau de la Désirade
Mirabeau	Inondation généralisée de la plaine		
Jouques			Risques ponctuels de débordements sur l'autoroute en amont du seuil B (levée peu fiable)
Peyrolles-en-Provence		Inondation de la plaine derrière le remblai SNCF à travers un ouvrage sous l'autoroute	<i>A51 insubmersible</i>

	Crue type janvier 1994	Crue type octobre 1886	Crue type novembre 1886
	Débit à Mirabeau (m3/s)		
Communes	3000	4000	5000
Pertuis	Suppression des débordements observés en 1994 grâce à la rehausse de la digue du Père Grand		La revanche en crue centennale est localement très faible en regard des enjeux protégés, et un parachèvement des travaux de protection déjà engagés paraît nécessaire.
Meyrargues	Débordement par un busage sous l'échangeur autoroutier ; submersion de la RD556		A51 insubmersible
Le-Puy-Ste-Réparate	Contournement de l'endiguement longitudinal des gravières	Inondation généralisée de la plaine	
St-Estève-Janson	Inondation partielle de la plaine	Inondation généralisée de la plaine	
Villelaure	Débordements généralisés entre canal de Janson et Marderic		Amont du canal de Janson : risques de surverse sur l'endiguement longitudinal
Cadenet		Débordements vers le Nord le long de la RD943. Camping Contournement de l'épi du Moulin Neuf	Inondation généralisée de la plaine au sud de la voie ferrée Submersion de la RD943
Puyvert	Débordements limités aux abords de la Durance	Extension des débordements à l'ensemble de la plaine au sud de la voie ferrée	Inondation généralisée de la plaine.
Lauris	Risques ponctuels de débordements	Débordements sur la digue	Débordements généralisés, risques de débordements au nord de la voie ferrée
Puget	Remontées d'eau par les ouvrages sous la voie ferrée	Surverse sur la voie ferrée	Inondation généralisée de la plaine
La Roque d'Anthéron	Les aménagements déjà réalisés depuis 1994 assurent une protection à 3000 m3/s	Inondation de la plaine à l'aval de la base de loisirs	Inondation généralisée de la plaine à l'aval de la base de loisirs
Charleval	Grâce aux aménagements déjà réalisés depuis 1994, les risques de débordements ne sont plus que très limités.	Inondation de la plaine	Inondation généralisée de la plaine
Mérindol	Plaine au Sud de la voie ferrée inondée	Plaine au Nord de la voie ferrée et quartier de la gare (aval RD du pont) inondés	Risque de rupture du remblai routier au Nord de la voie ferrée.
Mallemort	cf. Charleval	Inondation de la plaine en amont du canal.	Inondation généralisée de la plaine. Surverse importante sur le canal EDF, avec des risques de dégradation. Quartier habité en amont rive gauche du pont inondable. Aval RG du pont : en limite de submersion. Risques de rupture de la digue des carriers.
Sénas	Entrées d'eau ponctuelles au Sud du TGV	Débordements généralisés au Sud du TGV	Inondation jusqu'à l'autoroute
Orgon	idem Sénas	idem Sénas	idem Sénas Amont viaduc TGV: autoroute en limite de débordement.
Cheval-Blanc	Plaine au Sud de la voie ferrée	Risques d'arrivées d'eau depuis Mérindol au Nord voie ferrée	Passage sous voie ferrée en limite d'inondation
Cavaillon	Menaces en 1994 sur épi de la Droume ; nouvelle digue construite depuis		Travaux de rehaussement de l'endiguement en cours d'achèvement. Digue de Sebastiani en limite de submersion.

	Crue type janvier 1994	Crue type octobre 1886	Crue type novembre 1886
	Débit à Mirabeau (m3/s)		
Communes	3000	4000	5000
Plan d'Orgon	Partie basse de la ZI du Pont inondée en 94	Inondation des bâtiments de la ZI du Pont	ZI du Pont submergée Autoroute en limite de submersion à Orgon
Caumont-sur-Durance	Débordement sur déviation en amont du barrage de Bonpas	Risques d'inondation de la plaine de Caumont par rupture de la vieille digue	Ensemble de la plaine inondée au Nord de la déviation
Cabannes			Autoroute insubmersible à 5000 m3/s, mais localement, revanche nulle
Noves	Hameau de Peyrevert inondé Déviation de Noves submergée.		Inondation d'une partie du village
Châteaurenard			ZI protégée grâce à l'arasement du banc et à la rehausse de l'épi du Moulin Neuf ; risque en cas d'exhaussement du lit Risques ponctuels de surverse sur la digue des Alpines
Rognonas			Arrivée d'eau depuis Châteaurenard + Risque de débordements sur digue entre les 2 ponts
Barbentane			cf. Rognonas
Avignon			Faible revanche à 5000 m3/s. Risques de surverse à 6000 m3/s.

Les Milieux Naturels Duranciens

La zone alluviale s'étend aujourd'hui sur environ 10 000 ha entre Sisteron et Avignon, et occupe un ruban continu large de 100 à 1250 m, rarement réduit au seul chenal vif, mais comprenant au contraire de grandes étendues d'îsles nus bordés en maints endroits d'une ripisylve plus ou moins complexe.

L'intérêt biologique de la zone alluviale

La vallée de la Durance représente une zone de recoupement biogéographique entre les influences médio-européennes et méditerranéennes.

Sur le plan botanique, on recense à la fois des plantes présentes habituellement en Camargue et des plantes médio-européennes.

La Durance est un axe de migrations.

Sur le plan de la botanique, grâce au transport des semences et des rhizomes, c'est une voie de pénétration d'espèces montagnardes et "nordiques" descendant des Alpes et venant se mélanger aux espèces de plaine.

192 espèces d'oiseaux migratrices ont été observées. Beaucoup nichent dans les Alpes et empruntent la vallée dans leurs migrations entre celles-ci et les contrées chaudes d'hivernage. Certaines retenues sont également des refuges qui favorisent les étapes, voire l'hivernage des oiseaux d'eau.

Elle présente une grande diversité de biotopes, liée à la structure et à la dynamique des zones alluviales de grands cours d'eau.

Elle inclut des milieux spécifiques (milieux humides, milieux pionniers, boisements).

Les milieux humides et les boisements élevés de la ripisylve en particulier sont peu fréquents en contexte méditerranéen.

En conséquence de ces quatre caractères favorables, elle abrite un patrimoine biologique très important, mis en évidence par la richesse et la diversité de sa faune et de sa flore, et la présence de nombreuses espèces endémiques ou remarquables au niveau national ou européen.

En botanique, on compte pas moins de 54 espèces remarquables sur la **Durance** dont 13 sont protégées en France ou en région PACA, et/ou inscrites sur la liste rouge nationale des espèces menacées.

En ornithologie, on dénombre 110 espèces nicheuses, richesse comparable à celle de la Camargue)... L'avifaune nicheuse est également remarquable par ses effectifs. 92 espèces sont recensées régulièrement en hivernage, plus une petite vingtaine qui n'est présente que ponctuellement lors de phénomènes climatiques exceptionnels. Nombre d'oiseaux sont particulièrement rares au niveau national voire européen.

Les mammifères présentent également des enjeux patrimoniaux (Castor, Chauves-souris).

La **Durance** abrite enfin une faune très intéressante en insectes, notamment en Papillons, Coléoptères et Libellules...

C'est l'ensemble des milieux présents dans la zone alluviale qui contribuent à cet intérêt patrimonial.

Tous les milieux de la zone alluviale présentent un intérêt biologique (à l'exception toutefois des peuplements denses de Canne de Provence) : les grandes étendues d'eau libre des barrages attirent les rassemblements de canards hivernants, le gravier des iscles nus ou les roselières abritent la nidification d'oiseaux particuliers, les zones enluminées à végétation clairsemée présentent des flores et entomofaunes spécifiques... Certains sont plus intéressants d'un point de vue botanique, d'autres d'un point de vue entomologique, d'autres jouent dans leur juxtaposition des rôles complémentaires pour des espèces à enjeu (refuge, gagnage, reproduction...)

Toutefois, on peut s'accorder sur l'intérêt plus particulier de certains milieux actuels. Les sites à enjeux écologiques majeurs ou élevés représentent ainsi 35 % de l'ensemble de la plaine alluviale (34 000 ha) et traduisent le fort intérêt patrimonial de la zone alluviale durancienne.

L'évolution de la zone alluviale de la Durance depuis 1958

La zone alluviale a perdu près de 2000 ha au profit de l'agriculture et des infrastructures, essentiellement à hauteur des anciennes zones tressées les plus larges. Sa largeur s'est uniformisée.

La perte en espace naturel représente actuellement presque 20 % de la surface couverte en 1958 (12 000 ha). Cette perte se manifeste par un rétrécissement important de la bande alluviale, notamment au niveau des grandes zones de tressage (entre La Brillanne et Cadarache, entre La Roque d'Anthéron et Orgon, ...).

C'est le lit vif qui a le plus souffert des évolutions récentes avec une forte banalisation paysagère et écologique.

La bande active a très fortement régressé depuis 1958, sa surface ayant diminué de près de 40 % (perte de 3200 ha nettement supérieure à la surface gagnée par la ripisylve de 1000 ha).

Dans le contexte hydrologique actuel, seul l'essartement régulier du lit depuis 1974 a permis de maintenir un lit exempt de végétation arborée.

Mais le manque d'eau, la faible mobilité des bras et l'uniformité des essartements ont fortement appauvri le lit vif.

La dynamique fluviale n'intervient pratiquement plus dans le maintien du lit vif et dans la diversité de la forêt alluviale.

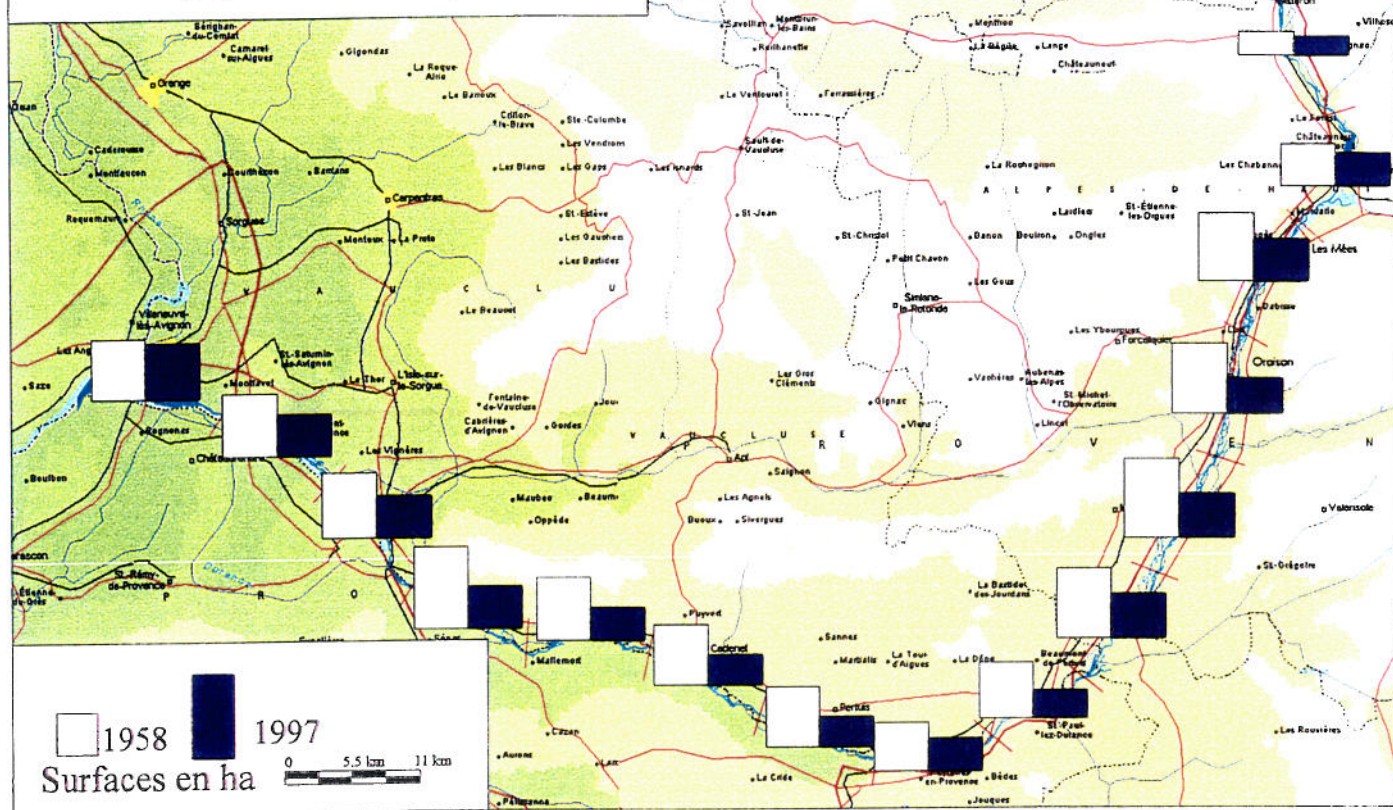
La Durance n'a plus aujourd'hui une mobilité suffisante pour assurer elle-même l'entretien du lit mineur, et encore moins pour maintenir la diversité habituelle des rivières en tresses (mosaïque végétale, annexes fluviales). Seul l'essartement périodique permet d'éviter un rétrécissement excessif du lit.

L'équilibre entre les différents groupements végétaux se déplace vers celui des rivières de plaine peu mobiles, avec une forte progression de la forêt à bois tendres et à bois durs au détriment des groupements arbustifs pionniers.

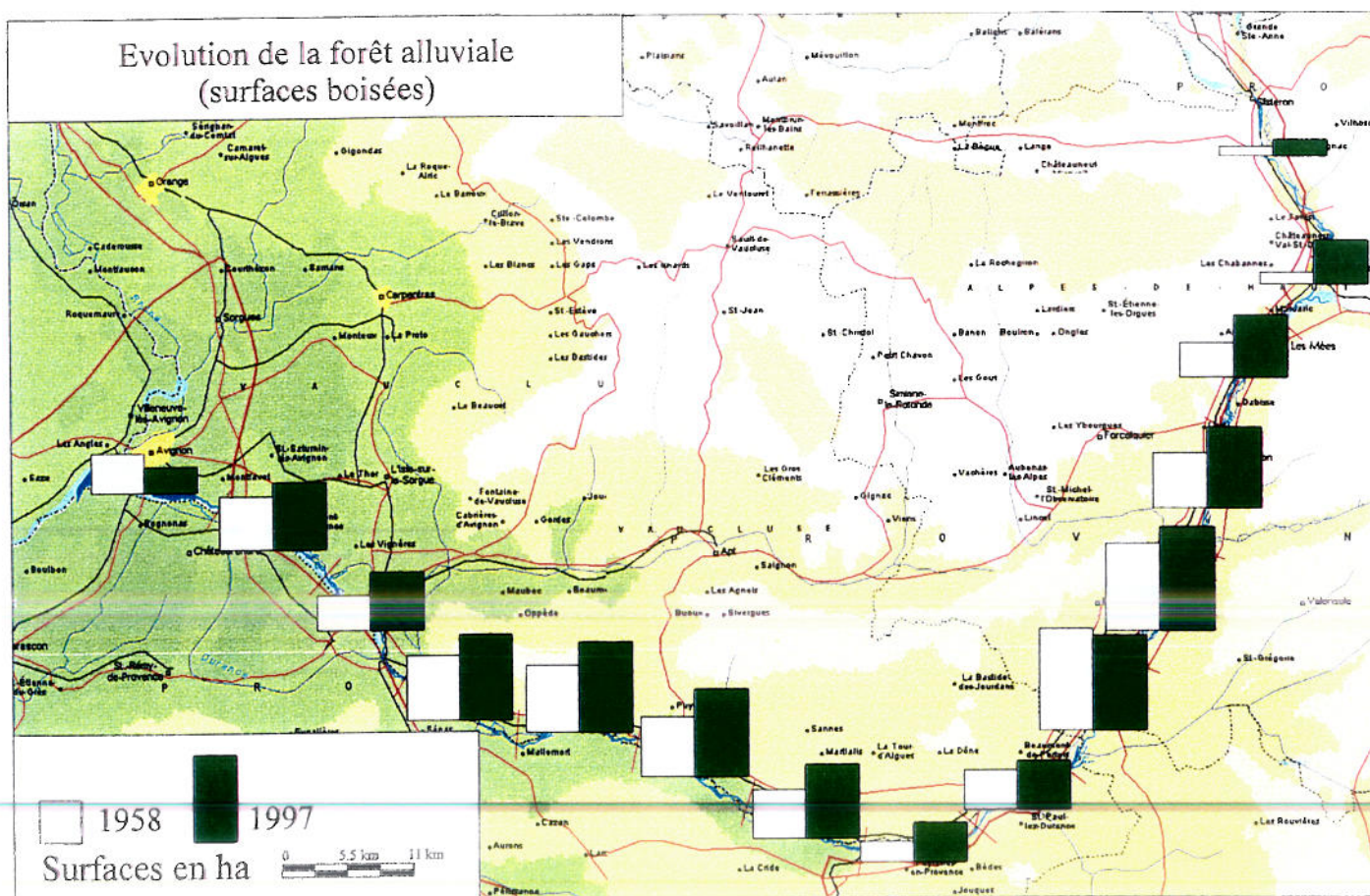
La modification de la dynamique fluviale a provoqué une forte régression des groupements végétaux les plus représentatifs des rivières en tresses (saulaies arbustives), alors que la forêt à bois durs et à bois tendres devient aujourd'hui la formation dominante de l'espace alluvial.

Les essartements dans leur forme actuelle n'ont pas le même effet qu'une action fluviale aléatoire dans le temps et l'espace. Appliqués régulièrement sur la même surface, ils tendent à simplifier radicalement le lit vif.

Evolution des surfaces en lit vif (espaces non boisés)



Evolution de la forêt alluviale (surfaces boisées)



La fréquence de retour des essartements ramène constamment la végétation à des stades "herbacés", et ne permet pas l'apparition de formations intermédiaires arbustives à Saules et Peupliers jeunes, dont la surface a diminué des 3/4 passant de 1400 à 400 ha en 40 ans. L'uniformité de la zone essartée a provoqué la disparitions à 90 % des îles boisées, particulièrement importantes d'un point de vue paysager et faunistique.

Quelques milieux marginaux ont profité des conditions créées par l'aménagement et le mode de gestion pratiqué.

Les roselières, milieu à fort enjeu écologique, ont vu leur surface totale multipliée pratiquement par 3. Elles se sont installées en majorité dans le "lit vif", profitant des souilles et des retenues en eau (alors qu'en 1958, on les rencontrait surtout sur les marges). Milieux transitoires, elles souffrent d'un atterrissement naturel, et pourraient être les premières à pâtir d'un accroissement massif des apports de limons.

La Canne de Provence, espèce allochtone envahissante dont les stations denses sont des milieux très pauvres, a bénéficié de la stabilisation et de l'enlèvement des bancs de la Basse Durance (stabilisation qu'elle tend à renforcer), passant de 20 à 120 ha.

Qualité de l'eau

En dépit d'apports polluants persistants, en provenance de certains affluents ou d'agglomérations urbaines, la Durance montre globalement une bonne qualité physico-chimique entre 1995 et 1997.

Le niveau 1A de qualité excellente n'est toutefois pas atteint, en raison d'une charge excessive en matière organique (classe 1B dominante).

La forte luminosité du lit et la faible lame d'eau qui caractérisent la grande majorité du linéaire favorisent l'installation et le développement des algues filamenteuses malgré les faibles teneurs en phosphore régulièrement observées. Les valeurs de l'Indice Biologique Global Normalisé ne sont généralement pas élevées en Durance.

Macroinvertébrés benthiques

La faune de la Durance post-aménagement est désormais moins variée, moins abondante et contient pratiquement que des espèces peu exigeantes en terme d'habitat.

Les espèces d'eau plus chaude à faible exigence habitationnelle et à large répartition longitudinale, se sont développées au détriment des espèces d'eau froide à très faible amplitude d'habitat et à distribution altitudinale plus marquée. Les espèces les plus polluosensibles et les plus exigeantes en terme d'habitat sont devenues marginales.

Seuls quelques rares secteurs hébergent encore une faune variée possédant des organismes sensibles à la pollution

Peuplement piscicole

Une variété importante masquant de faibles potentialités piscicoles

Trente-six espèces ont été recensées au total sur l'ensemble des opérations d'échantillonnage menées depuis la fin des années 1980. Mais cette richesse apparente ne doit pas masquer une représentation et une répartition inégale de ces espèces : les espèces des cours d'eau chauds (black-bass, gambusie, poisson-chat, ...) et les migrateurs (alose, anguille, mulets) sont strictement localisés dans la partie terminale de la Durance ou dans les plans d'eau créés artificiellement

Outre cette répartition longitudinale inégale, le peuplement se caractérise par la faiblesse de la représentation de certaines espèces ou le caractère aléatoire de leur présence : truites, apron, bouvière, rotengle, loche de rivière... et par

un déséquilibre marqué des peuplements en place dominés par quelques espèces de cyprinidés : chevesne, spirin, blageon dans les zones courantes et brèmes au niveau des souilles.

A l'exception de l'anguille, qui présente une capacité à franchir les obstacles en rampant et qui est recensée jusqu'à Mallemort, les migrateurs (alose et mulets) sont bloqués par le seuil 68 à l'amont du pont de Rognonas.

On observe une déstructuration et un déséquilibre plus ou moins marqué du peuplement et des populations piscicoles :

Les aménagements de la Durance ont modifié le peuplement originel entraînant :

- une réduction des densités et biomasses produites, en relation avec la perte en superficie et en volume du lit vif,
- l'apparition d'espèces d'eau calme et chaude (brème, brème bordelière, ablette, carpe, carassin, brochet, sandre, ...),
- une structuration différente du peuplement qui, d'une évolution longitudinale progressive, passe à une évolution par compartiments successifs

Cette évolution a été provoquée par la modification du régime thermique (élévation des températures estivales) et la diminution de gabarit du lit vif et la réduction de pente liée à l'implantation de seuils.

Ces éléments se révèlent en effet être des facteurs plutôt défavorables aux espèces en place avant aménagement. En contrepartie, ils ne suffisent pas à eux seuls pour garantir le bon développement des espèces d'eau plus chaude dont les exigences vis-à-vis de l'habitat aquatique ne sont pas pleinement satisfaites.

C'est pourquoi ces nouvelles espèces ne sont généralement pas bien implantées.

À cette évolution du peuplement sédentaire doit être rattachée une évolution de la fréquentation par les grands migrateurs cantonnés à l'heure actuelle dans la partie terminale de la Durance

L'aménagement et la gestion du cours d'eau à des fins hydroélectriques constituent, sur le plan piscicole, les contraintes les plus importantes.

Au-delà des modifications hydrologiques et morphologiques ayant entraîné de fortes perturbations de l'habitat aquatique, la quasi permanence de faibles débits entraîne :

- un cloisonnement longitudinal par insuffisance de la lame d'eau sur certaines têtes de radiers,
- la concentration et l'exacerbation des pollutions et de leurs manifestations (proliférations algales),
- l'amplification de l'effet traumatisant des crues (variations hydrologiques plus brutales et présentant une amplitude plus forte).

Par ailleurs, les souilles et retenues ne présentent généralement qu'un faible intérêt en raison de leur marnage (retenue EDF), de leur comblement ou de l'absence de zone littorale vraie.

D'autre part, les barrages et seuils sont des obstacles aux déplacements et contribuent à la compartimentation longitudinale du cours d'eau.

-Enfin, la qualité de l'eau peut se révéler limitante (notamment à l'aval de Châteaux-Arnoux).

La répartition des peuplements piscicoles est donc aujourd'hui directement dépendante des évolutions morphologiques actuelles dues à l'artificialisation du régime hydrologique et du lit de la Durance et ne suit plus l'évolution progressive naturelle de l'amont vers l'aval. Les potentialités piscicoles s'en trouvent par conséquent considérablement réduites.

Orientations générales du schéma de gestion

Les points majeurs du diagnostic

L'aménagement hydroélectrique et hydroagricole de la Durance a provoqué une modification profonde du système durancien, renforcée par l'importance des extractions de granulats et par la pression de développement dans la plaine.

L'altération de la dynamique fluviale est au cœur de cette modification.

L'absence de continuité du transit des graviers

Le mode de gestion des ouvrages hydroélectriques et les prélèvements de granulats ont **rompu la continuité du transit des graviers**.

La gestion des retenues de Moyenne Durance (St Lazare, l'Escale et Cadarache) n'a pas assuré jusqu'à présent la transparence de ces ouvrages vis-à-vis du transport de graviers.

L'exploitation intensive de la ressource en granulats a conduit à des abaissements importants du lit, très inégalement répartis. Les zones d'exploitation les plus intensives (Manosque, Pertuis, Avignon) constituent autant d'interruptions de la continuité du transit sédimentaire.

La fixation croissante du lit

La réduction drastique des débits en Durance, combinée au déficit de graviers, conduit à une **mobilité du lit souvent extrêmement faible**, et toujours en réduction aujourd'hui.

L'accroissement du transit des limons auquel on assiste aujourd'hui (mesures de protection de l'étang de Berre, envasement achevé des retenues de Moyenne Durance, perspective de délimonnage " au fil de l'eau " du bassin d'écluse de

Cadarache) dans ce contexte de faible mobilité du lit laisse craindre **une fixation croissante du lit par les limons.**

Des milieux naturels totalement modifiés et des populations animales ou végétales perturbées par l'évolution morphologique

La Durance présente une grande richesse sur les plans faunistique et floristique (avifaune en particulier) mais celle-ci repose sur des équilibres incertains.

La forêt alluviale qui s'est développée en raison de la diminution du nombre de crues moyennes depuis l'aménagement hydroélectrique est de plus en plus déconnectée du cours d'eau. Par ailleurs, l'essartement trop uniforme, l'incision du lit, l'enlèvement des marges boisées et la faiblesse des débits habituels renforcent ce déséquilibre d'origine morphologique. Les éléments qui faisaient l'originalité de l'espace alluvial ont souvent disparu, mettant de la sorte en exergue la richesse de quelques milieux rares liés à un contexte historique de la Durance très particulier (création de plans d'eau par l'aménagement hydroélectrique et par les extractions de granulats). La pérennité de ces milieux est compromise par les tendances normales d'évolution de la Durance (colmatage progressif de ces plans d'eau).

La faiblesse des débits réservés

Elle limite drastiquement les potentialités piscicoles. De plus, les peuplements piscicoles actuels ne peuvent pas se développer normalement, en raison des conditions de milieu fortement modifiées par la nouvelle hydrologie (débit réservé, lâchers à Mallemort) ou par les ouvrages (retenues, souilles).

L'inadaptation du système de protection contre les inondations

L'absence de crues franchement débordantes entre les années 1960 et 1993, tandis que l'image de la Durance était bouleversée par l'aménagement hydroélectrique, a fait perdre la perception du risque d'inondation, alors même que les grandes crues sont peu affectées par tous ces aménagements. L'empiètement des cultures et des ouvrages de protection sur le lit vif a accru les risques de débordement. Les ouvrages de protection existants, fruit de plusieurs générations d'ouvrages aux finalités différentes, n'assurent plus aujourd'hui une protection cohérente de la plaine en raison de leur manque de fiabilité (ruptures de digues et d'épis, perturbation des modalités de débordements par de nombreux obstacles) et de leur comportement souvent destructeur lors des crues débordantes.

L'abaissement du profil en long, très inégal selon les lieux, n'a pas partout compensé l'effet du rétrécissement du lit.

Le rôle de l'irrigation dans le soutien de la nappe alluviale

La nappe alluviale a été touchée de manière inégale selon les secteurs par les évolutions morphologiques de la Durance. Elle a bénéficié en particulier du maintien de l'irrigation gravitaire dont les pertes assurent son soutien en été.

Le contexte réglementaire

Les propositions d'actions de gestion et d'aménagement de la Durance retenues s'inscrivent dans un contexte réglementaire qui a fortement évolué depuis la Loi sur l'Eau de 1992 et les grandes crues des années 1992/1994 qui ont conduit l'Etat à revoir les principes d'intervention dans les zones inondables.

Il est apparu important d'en rappeler les dispositions essentielles.

Circulaire du 24 janvier 1994 (JO 10/4/94), extraits

Objectifs :

- interdire les implantations dans les zones les plus dangereuses et les limiter dans les autres zones inondables
- préserver les capacités d'écoulement et d'expansion des crues
- sauvegarder l'équilibre des milieux dépendant des petites crues

Principes

- interdire toute nouvelle construction dans les zones les plus dangereuses et veiller à ce que des dispositions soient prises pour réduire la vulnérabilité des constructions qui pourront être éventuellement autorisées
- contrôler strictement l'extension de l'urbanisation dans les zones d'expansion des crues, c'est-à-dire les secteurs non urbanisés ou peu urbanisés et peu aménagés où la crue peut stocker un volume d'eau important.(...)La crue peut ainsi dissiper son énergie au prix de risques limités pour les vies humaines et les biens.
- éviter tout endiguement ou remblaiement nouveau qui ne serait pas justifié par la protection des lieux fortement urbanisés

(...)

L'existence de constructions dispersées n'implique pas l'exclusion de la zone du champ d'inondation à préserver. Il vous appartiendra d'apprécier les situations locales (...).

Circulaire du 2 février 1994

... vous pourrez retenir comme critère une hauteur d'eau observée supérieure à un mètre au-dessus du sol...

Le SDAGE Rhône-Méditerranée-Corse

Prescrit par la Loi sur l'Eau, le SDAGE RMC a été approuvé en 1996. Il fixe les principes sur lesquels doit s'appuyer dorénavant la politique de gestion des bassins versants.

Les 10 orientations fondamentales :

- (...) 4 : Mieux gérer avant d'investir
- 5 : Respecter le fonctionnement naturel des milieux
- 6 : Restaurer ou préserver les milieux aquatiques remarquables
- (...) 8 : S'investir plus efficacement dans la gestion des risques
- 10 : Renforcer la gestion locale et concertée

Fiches thématiques

Fiche n°13 : Urbanisme

(...) Le Sage identifie les espaces de liberté des rivières ainsi que les zones d'expansion des crues et propose leur classement approprié en zone naturelle des POS.

Fiche n°14 : Inondations

(...) Intensification de la mise en œuvre des PPR

(...) Les travaux d'aménagement de rivière pour la protection des lieux habités contre les inondations devraient s'intégrer dans un programme général à l'échelle du bassin versant et ne concerner que des zones déjà urbanisées.

(...) Les travaux d'endiguement ne doivent être autorisés que s'ils sont justifiés par des enjeux clairement identifiés.

Les ouvrages laissant au cours d'eau la plus grande liberté possible sont préférés aux endiguements étroits en bordure du lit mineur (...).

La préservation des " espaces de liberté " des cours d'eau est également un point fort de la politique récente en matière de gestion des espaces alluviaux.

Cette notion a été peu à peu précisée pour couvrir une acception de dynamique fluviale (notion similaire à celle " d'espace de mobilité ") bien distincte de la problématiques des " zones d'expansion des crues ".

La définition de l'espace de mobilité, dans les méthodologies proposées par l'Agence de l'Eau, repose notamment pour les rivières en tresses, sur l'analyse des évolutions historiques du lit (cf guide technique SDAGE n°2).

Le contexte particulier de la Durance conduit à approcher cette notion de manière spécifique. Le recours aux évolutions passées n'a en effet guère de sens pour déterminer un espace de "mobilité fonctionnelle" sur un cours d'eau dont le régime est aujourd'hui totalement artificialisé. En effet, l'analyse historique des évolutions de la Durance sur les trente dernières années montre l'incapacité de la rivière à conserver son espace de liberté. Une délimitation fondée sur cette approche serait ainsi trop restrictive.

Le diagnostic du fonctionnement actuel de la Durance a ainsi montré que l'enjeu n'était pas tant de préserver un espace menacé par des empiètements excessifs dans le lit, que de rendre un minimum de mobilité à un lit de plus en plus figé par le déficit des débits liquides et solides.

Aussi, la détermination d'un espace de mobilité ne sera pas sur la Durance une enveloppe minimale à préserver, mais plutôt une enveloppe maximale que l'on espère pouvoir atteindre en jouant sur le régime de la rivière (débits liquides et apports solides) et sur la gestion du lit.

Les orientations particulières pour la Durance

Le SDAGE comporte un chapitre spécifique pour la Durance, reconnue comme un milieu structurant du bassin.

Il préconise la **définition d'un nouveau statut** pour la Durance à l'aval de Serre-Ponçon, autour de deux axes majeurs :

- définir un plan de gestion de l'espace alluvial : la Val de Durance est un espace au sein duquel doivent s'organiser des usages en harmonie avec la préservation des milieux superficiels et souterrains,
- optimiser la gestion de la ressource (définir des objectifs en terme de milieu et d'usages, revoir les débits réservés en fonction de ces objectifs, examiner l'impact économique et les financements à rechercher). Le SDAGE préconise

notamment une révision des modalités de gestion de la retenue de Serre-Ponçon pour tenir compte des nouveaux besoins et de l'évolution des usages.

(...).

En conclusion, le SDAGE préconise une démarche originale sur l'ensemble du Val de Durance dans le cadre d'enjeux économiques, écologiques et sociaux extrêmement importants.

La présente démarche s'intègre clairement dans cette perspective : un véritable plan de gestion de l'espace alluvial basé sur des objectifs cohérents entre eux (plan définissant des zones essartées ou de mobilité, des niveaux de protection contre les inondations, des secteurs à enjeux écologiques majeurs à préserver, des sites à réhabiliter, etc.) est proposé intégrant le fonctionnement physique et biologique de la rivière et l'occupation des sols

Ces propositions ont reçu un accueil favorable auprès des comités techniques ou d'élus, qui ont suivi leur élaboration.

La problématique du débit réservé reste cependant la moins consensuelle. Si le très fort impact actuel du débit réservé sur la vie piscicole est reconnu par tous, les solutions pour améliorer cette situation n'ont pas encore été trouvées et devront faire l'objet d'une étude et d'une concertation spécifique sur la répartition de la ressource en eau.

Les objectifs généraux

En réponse au diagnostic de l'état actuel, quatre objectifs généraux peuvent être assignés à la présente démarche.

Assurer la sécurité du dispositif de protection contre les inondations en cohérence avec l'occupation de la plaine

Après les crues de 1994, la demande de protection contre les crues de la Durance est redevenue une attente majeure des riverains. La Durance avait été perçue depuis 30 ans comme maîtrisée. Mais devant des demandes parfois excessives, il faut aujourd'hui affirmer qu'un carcan trop étroit est source de menaces et d'incertitudes plus que de sécurité.

Accroître la qualité et la diversité des milieux naturels alluviaux et aquatiques

L'altération du régime hydrologique et sédimentologique due aux aménagements hydroélectriques et aux extractions de granulats a profondément modifié les biotopes et les biocénoses de la Durance. La recherche de nouveaux modes de gestion de la Durance propres à accroître la diversité et la qualité des milieux est un des enjeux majeurs du schéma.

Protéger la ressource en eau de la nappe alluviale

La nappe de la Durance, par sa puissance et sa qualité, est une ressource stratégique de la région. A la suite des évolutions morphologiques de la Durance, les mesures correctives nécessaires (seuils, notamment) ont déjà été prises: les évolutions attendues du lit de la Durance ne devraient pas conduire à une dégradation généralisée de la ressource. Cependant, les abaissements résiduels du lit dans les tronçons déficitaires en apports de graviers pourraient être ponctuellement dommageables s'ils ne sont pas maîtrisés. L'importance de la recharge de la nappe par les eaux d'irrigation conduit à mettre aujourd'hui l'accent sur la gestion des flux d'eau dans le système agricole : cette problématique sort du cadre de la présente étude, mais mérite d'être soulignée car elle sera fondamentale dans le devenir de la nappe alluviale de la Durance.

Assurer une cohérence entre le fonctionnement prévisible de la Durance, les usages de la plaine, les objectifs de gestion de l'espace alluvial et les enjeux de protection.

La recherche de cet équilibre doit conduire à un zonage de l'espace assurant une satisfaction raisonnable des différentes attentes sur la Durance.

La nécessité de retrouver un fonctionnement plus équilibré de l'espace alluvial nous conduit à rechercher une partie de la largeur perdue de l'espace dévolu à la Durance : recherche d'un meilleur équilibre sédimentologique pour prévenir des évolutions nuisibles pour les ouvrages, les nappes, les milieux naturels et les conditions de débordement ; amélioration des conditions d'écoulement des crues moyennes en supprimant les ouvrages proches du lit ; recherche d'une diversification des milieux naturels.

La vallée de la Durance est aussi un territoire fortement exploité ou investi par les activités humaines. La réussite d'une gestion intégrée de la vallée suppose que les riverains ressentent les orientations proposées comme un progrès collectif, et non comme de nouvelles contraintes. Ils doivent clairement ressentir que le devenir de leurs activités a été au cœur des réflexions menées.

La recherche d'une plus grande mobilité de la Durance ne doit donc pas compromettre les usages fondamentaux de la plaine. Il faut aussi ajuster les conditions de débordement des crues pour éviter les fonctionnements catastrophiques et mieux adapter les niveaux de protection aux modes d'occupation de la plaine. Il faudra également prévoir les ouvrages de protection contre les érosions nécessaires à la préservation des usages fondamentaux de la vallée.

Les deux visions ne doivent pas être antagonistes, mais se rejoindre dans un zonage qui sera un juste compromis entre les intérêts généraux et les intérêts locaux.

Une imbrication étroite entre les différents thèmes

Le diagnostic de l'état actuel du système durancien a mis en évidence l'étroite imbrication entre les différents thèmes abordés dans l'étude.

Le fonctionnement morphologique se trouve au cœur du système : c'est sur lui qu'il convient d'intervenir en premier lieu.

Les conditions d'écoulement des crues, la qualité et la dynamique des milieux naturels et la préservation de la ressource en eau de la nappe alluviale dépendent étroitement des évolutions morphologiques de la Durance.

Les modes de gestion de la végétation alluviale ont une répercussion directe sur les modalités d'écoulement des crues. Ils influent également sur les conditions de dépôt des limons.

Ces liens étroits interdisent d'envisager séparément les actions relevant des différents thèmes.

Si la clarté de l'exposé requiert d'aborder successivement chaque thème, il faudra toujours garder à l'esprit les interactions entre les différents aspects de la gestion du lit et de la vallée.

Les axes d'intervention

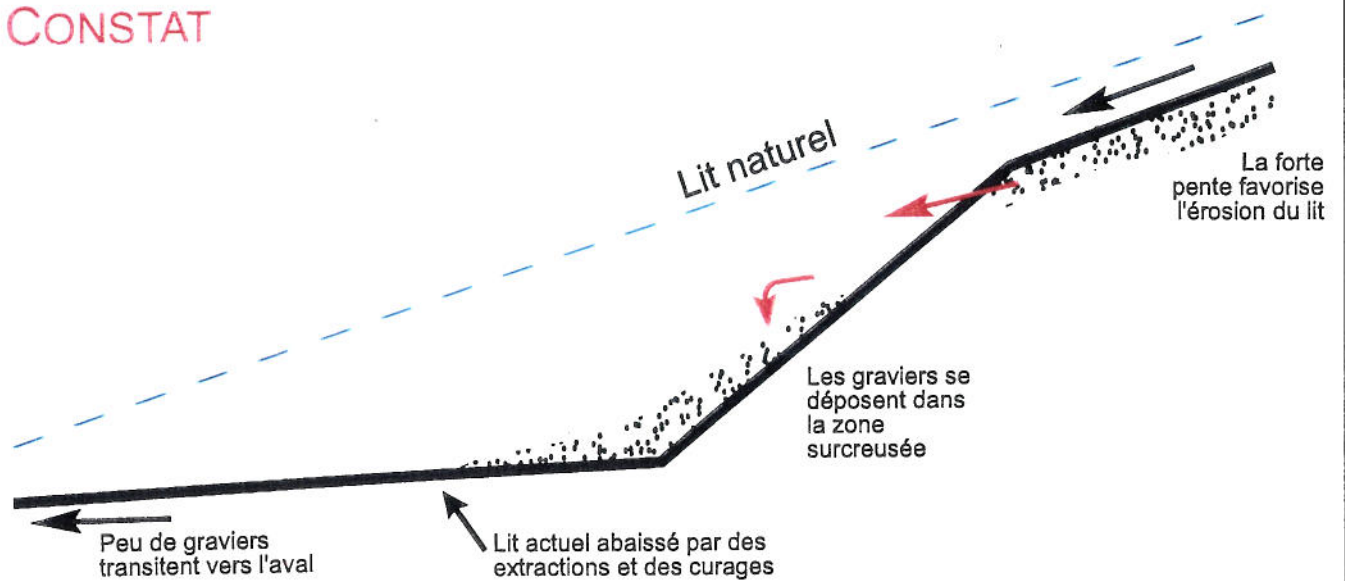
Pour satisfaire ces objectifs fondamentaux, le schéma de gestion proposé est articulé autour de 6 axes d'intervention.

Les graviers : rétablir la continuité du transit sédimentaire.

La lutte contre la fixation croissante du lit, avec son cortège d'effets néfastes (réduction de la capacité du lit à évacuer les crues, appauvrissement des milieux naturels, accroissement des coûts d'entretien) ne pourra être menée qu'en

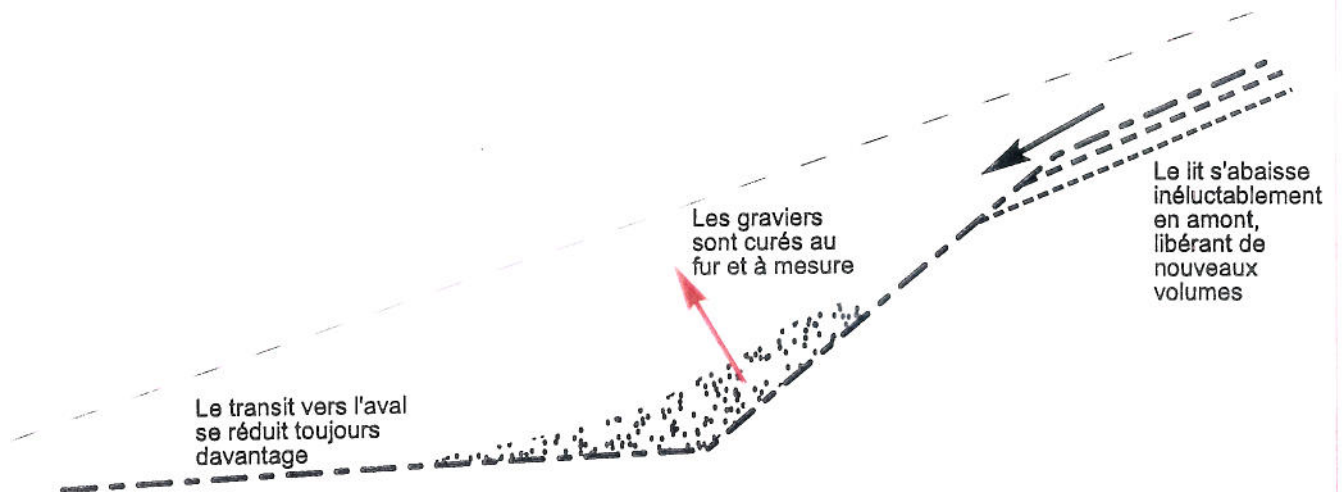
TRANSIT DES GRAVIERS ET PROFIL EN LONG

CONSTAT

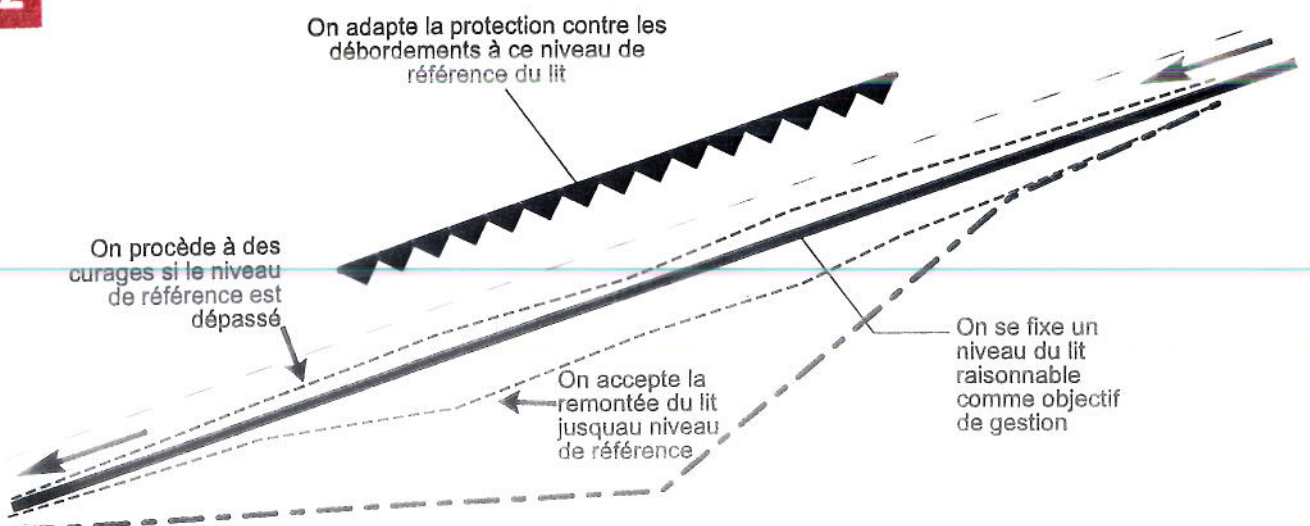


2 ATTITUDES

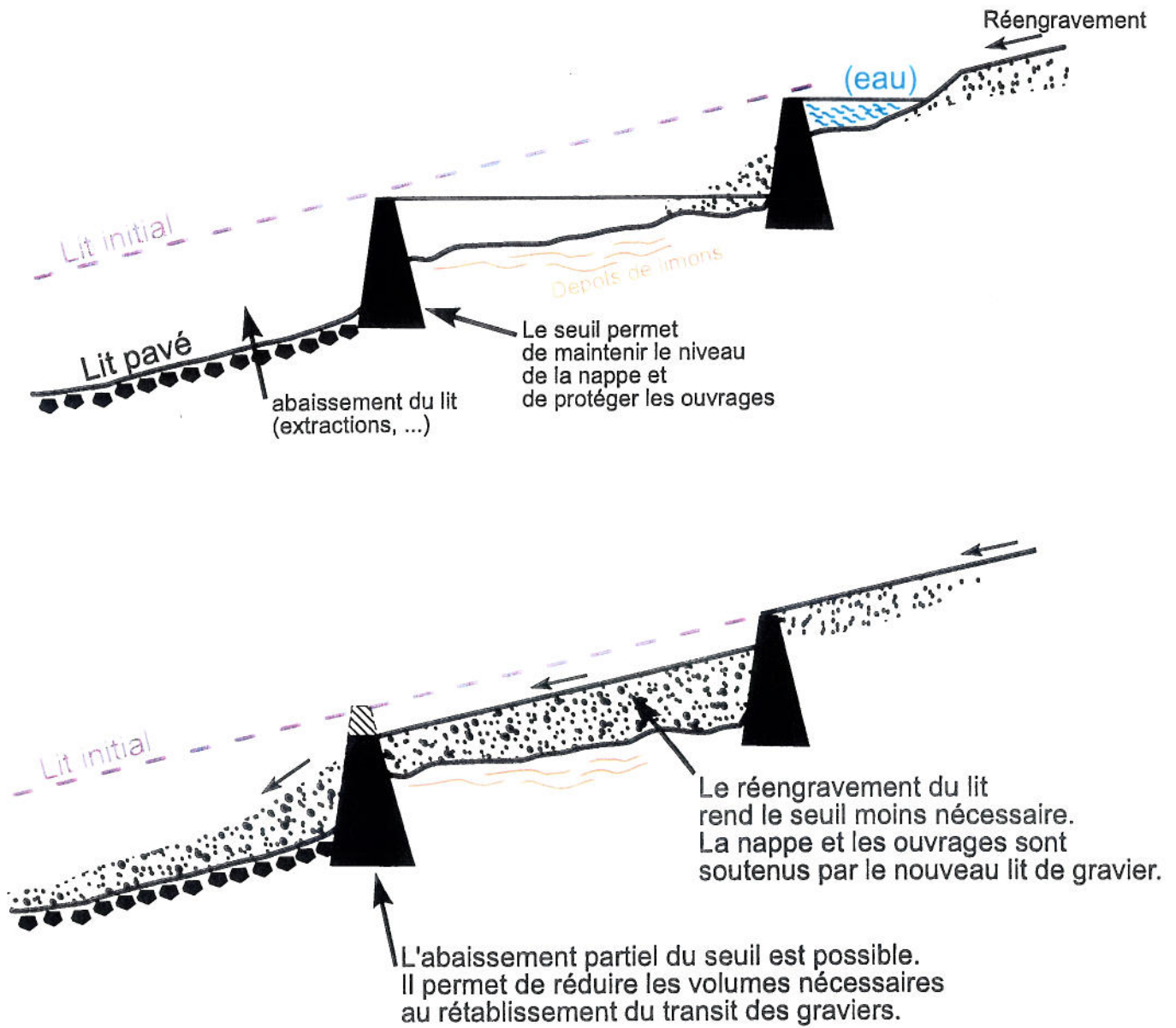
1

















2



LE RÔLE ET LE DEVENIR DES SEUILS



LEGENDE

-  Apports de matériaux
-  Recharge sédimentaire
-  Réengrèvement du lit
-  Dynamique active stable
-  Interruption du transit des matériaux
-  Erosion régressive
-  Erosion progressive
-  Tendance à la fixation du lit
-  Barrages
-  Seuils
-  Restitutions d'eau
-  Seuils aménagés pour favoriser le transit des matériaux
-  Nouvelle gestion pour accroître la transparence vis-à-vis des sédiments
-  Report des débits en Durance pendant la période de crue



STYMAVD

SOGREAH

réunissant les conditions d'une mobilité accrue : l'accroissement du transit des graviers est la clé de cette politique.

La Basse Durance connaît un déficit chronique de graviers qui pourra conduire à une aggravation des contraintes sur la nappe et les ouvrages.

On dispose en amont des apports de graviers de l'Asse et bientôt de la Bléone, mais leur transport par la Durance n'est pas aujourd'hui assuré.

Tout conduit ainsi à rechercher à rétablir au plus tôt la continuité du transit des graviers entre l'Escale et le Rhône. Un accroissement des débits déversés en période de crue et la transparence du barrage de Cadarache sont les mesures centrales de la nouvelle gestion recherchée.

Les apports de graviers en Moyenne Durance pourront rester excédentaires. Des prélèvements ciblés aux points sensibles seront envisagés.

Il faudra du temps pour que les effets de cette politique se fassent sentir à l'aval (les rythmes d'évolutions se mesurent en décennies). Il est donc nécessaire de dégager des sources complémentaires d'alimentation de la Basse Durance en graviers sans attendre l'arrivée des graviers de Moyenne Durance : l'érosion volontaire de terrasses hautes répond à ce besoin, tout en permettant un accroissement de la capacité du lit dans les zones les plus étroites.

Les limons : limiter la fixation et l'exhaussement du lit.

Le très fort accroissement des apports de limons sur la Basse Durance dans un contexte de mobilité et d'hydrologie réduites laisse craindre d'importants dépôts avec en conséquence une réduction progressive de la section d'écoulement et un exhaussement des milieux humides (roselières, ripisylve, lônes).

Deux types de milieux sont plus particulièrement concernés :

- les marges boisées basses qui piégeront les limons des crues débordantes
- les plans d'eau d'extraction de la Durance aval

Il n'est pas possible de prétendre réduire les flux de limons : il faut donc apprendre à les gérer.

La prévention des dépôts de limons dans les marges boisées basses reposera sur leur intégration à intervalle régulier dans le chenal essarté. Pour cela, le chenal essarté pourra être déplacé au sein d'un espace plus large.

La maîtrise de l'enlimonnement des souilles d'extraction au droit d'Avignon passera par l'aménagement de passe de délimonnage sur les seuils.

LA GESTION DES LIMONS

Le constat

Le constat

Baronies

Le constat

Arrêt du piégeage des limons voire relargage partiel

Tronçon aval : tendance à la fixation du lit avec enlèvement important

Surveillance et entretien du lit
pour atténuer l'enlèvement

Aménagement des seuils d'Avignon pour favoriser le transit des limons

Prévention de l'enflure des marges boisées basses
par accroissement de la dynamique du lit
et par gestion adaptée des essarts

Restitution en Durance pour limiter les apports de limons à l'étang de Berre

Plan de reconquête de l'étang de Berre Réduction de l'apport des limons

Durance
Dolles-
en-Provence

Gestion du bassin de délimonage sans stockage interannuel



L'espace alluvial : rétablir des espaces de mobilité et de diversité.

Le principe actuel d'un essartement pratiqué toujours sur le même chenal présente plusieurs inconvénients :

- banalisation du paysage alluvial par disparition des îlots boisés
- homogénéisation de la mosaïque végétale et notamment raréfaction des stades arbustifs pionniers
- exhaussement lent et irréversible des terrasses alluviales basses par dépôt de limons
- faible diversité des habitats pour la faune terrestre et aquatique

Cela conduit à proposer des modes d'essartement basés sur un chenal essarté aux formes plus diversifiées, balayant au fil des cycles d'essartement un espace plus large qu'aujourd'hui.

Ce principe ne remet aucunement en cause la fonction première de l'essartement : maintenir des conditions satisfaisantes d'écoulement des crues. La largeur essartée sera adaptée aux contraintes locales.

L'efficacité de nouveaux modes d'essartement sera améliorée par le rétablissement du transit des graviers et l'accroissement de la mobilité qui s'ensuivra.

La mobilité latérale du lit sera par endroit renforcée par des actions volontaristes pour favoriser l'érosion de terrasses hautes, soit pour assurer une recharge sédimentaire, soit pour accroître la capacité du lit.

On est ainsi conduit à définir quatre espaces emboîtés autour de la Durance :

- *le chenal essarté*, bande maintenue exempte de végétation ligneuse par un entretien régulier, dont la forme sera définie avec moins de rigidité qu'aujourd'hui, et qui sera déplacée à chaque cycle ;
- *la bande essartable*, qui comprend les parties du lit assez basses pour qu'un essartement y soit utile ; c'est au sein de cette bande que sera déplacé le chenal essarté à chaque cycle d'essartement, afin d'augmenter la diversité du lit vif et de réduire l'enlimeronement ;
- *l'espace de mobilité recherchée* qui assure la mobilité du lit, et donc le renouvellement des milieux ; sa largeur sera adaptée pour couvrir un espace suffisant sans excéder les capacités réelles de mobilité de la Durance ;
- *l'espace de mobilité maximale* qui décrit la limite de la mobilité maximale du lit acceptée vis-à-vis des riverains.

Espaces	CHENAL ESSARTE	CHENAL ESSARTABLE	MOBILITE RECHERCHEE	MOBILITE MAXIMALE
Significations et buts recherchés	maintien d'une capacité minimale d'écoulement	réduction de l'enlèvement et diversification du lit vif	recherche d'une dynamique fluviale régénératrice	protection des activités humaines contre l'érosion

Les risques d'inondation : rendre cohérent le système de protection.

Les crues de 1994 ont mis en évidence l'inadaptation du système de protection de la plaine, issu de générations successives d'ouvrages divers (digues, épis, levées, ...) aux finalités différentes (alluvionnement des terres, protection contre l'inondation, protection contre l'érosion, pistes de chantier, ...).

Des programmes de protection importants contre l'inondation des zones urbanisées ont déjà été engagés, notamment au droit des zones les plus sensibles (Pertuis, Cavaillon, Les Mées, Châteaurenard, Avignon, ...)

Ces zones les plus sensibles doivent disposer d'une protection satisfaisante pour la crue centennale. Or la revanche des endiguements existants n'est pas partout suffisante en regard des enjeux protégés. Si des renforcements de digues sont encore nécessaires (digue des Alpines à Châteaurenard, par exemple), l'amélioration de la situation passera d'abord par un accroissement de la capacité du lit, en intervenant sur tous les obstacles aux écoulements : bancs, remblais, seuils, ponts, ...

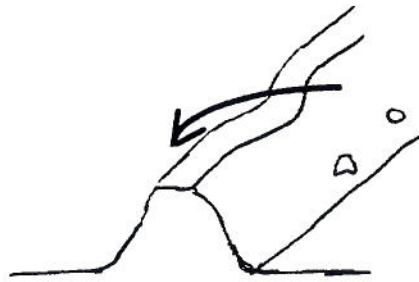
Les autres territoires inondables de la plaine présentent souvent un habitat diffus important. Il n'est pas possible de leur assurer une protection complète pour une crue centennale sans aggraver les débits de crue à l'aval.

Mais il est possible d'apporter à ces espaces un niveau de protection plus satisfaisant en y réduisant sensiblement la fréquence des débordements, et surtout en maîtrisant les modalités de débordement : éviter les ruptures de digues et d'épis, par exemple.

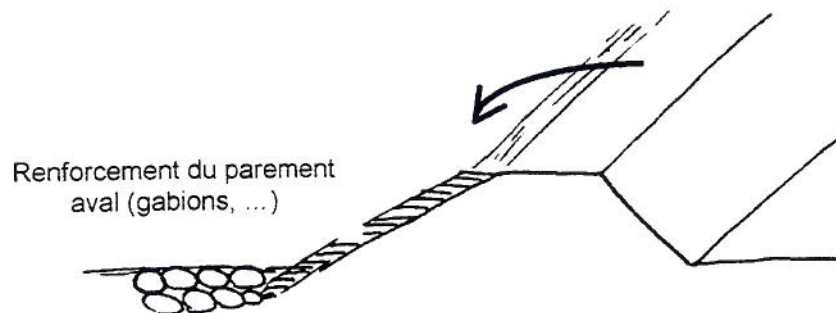
Dans ce but, une mise en cohérence du système de protection est proposée, qui repose le plus souvent sur le choix d'une ligne de défense placée en retrait dans des conditions compatibles avec l'occupation de la plaine, sans risque de rupture. Les ouvrages existants qui n'entrent pas dans cette ligne de défense seront dans la mesure du possible supprimés de façon à rétablir une capacité d'écoulement suffisante pour les crues moyennes.

Les milieux aquatiques : améliorer la vie piscicole.

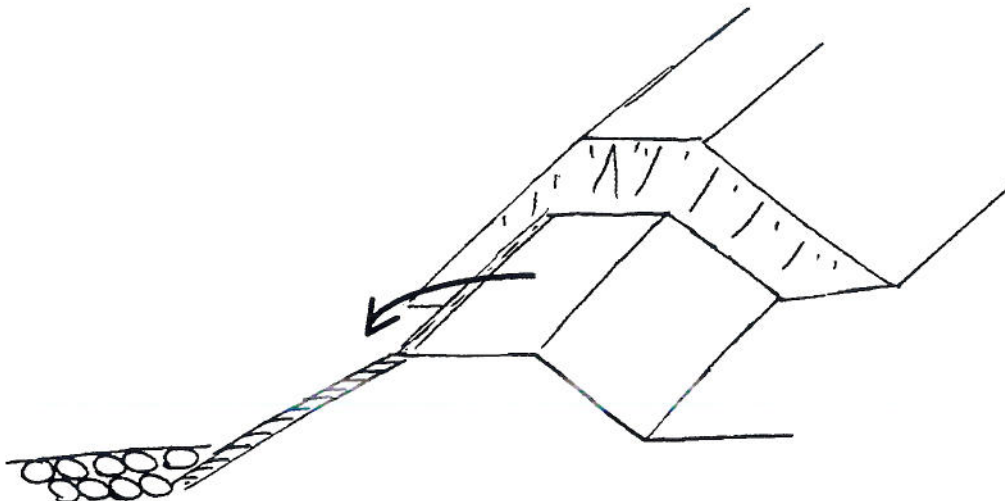
Le déficit hydrologique constitue le facteur limitant pour la vie piscicole et est à l'origine des profonds déséquilibres constatés dans les peuplements. Par ailleurs, la faiblesse des débits impose de fortes contraintes physiques (infranchissabilité des



Une levée actuelle :
souvent étroite, irrégulière et mitée de trous d'animaux.
Des brèches se produisent aisément
dès que la levée est submergée.

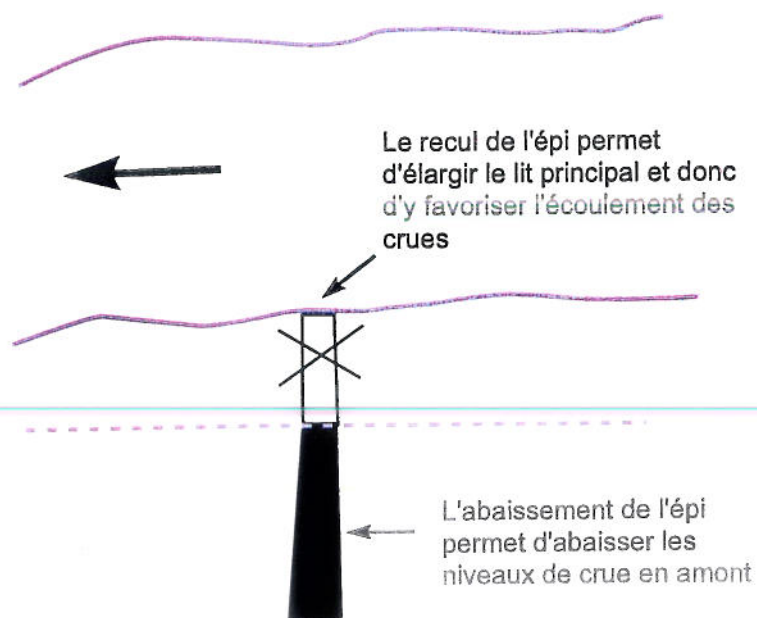
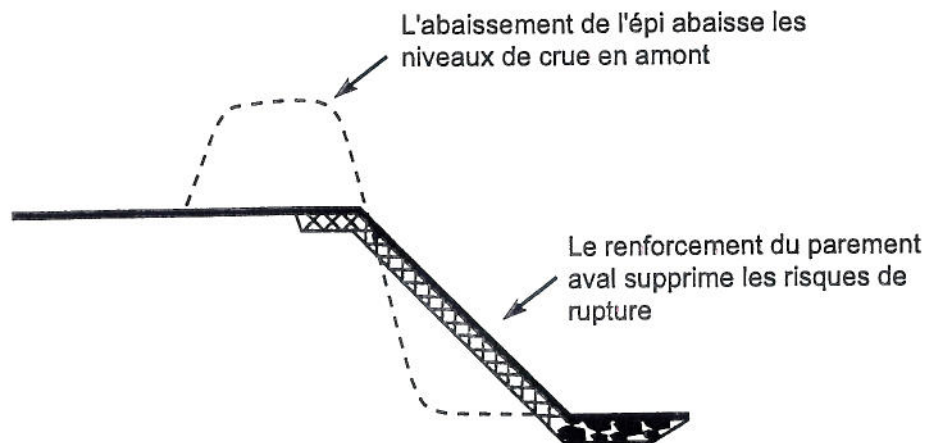
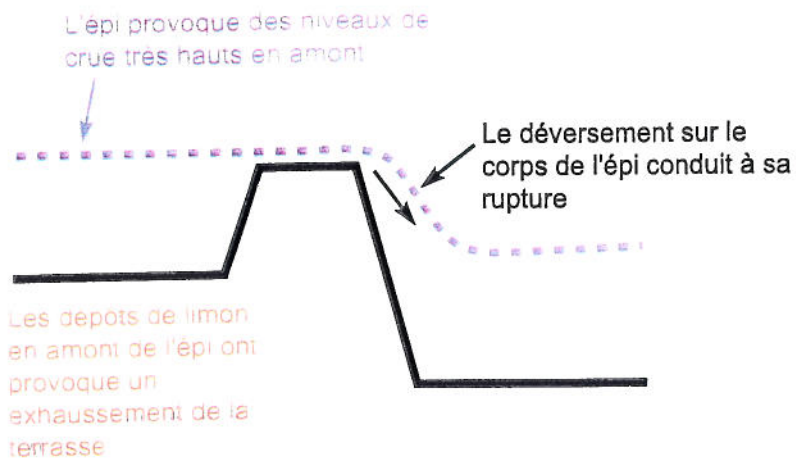


Pour un même niveau de submersion,
la levée est renforcée de façon à supporter une surverse
sans risques de rupture.



Par souci d'économie, seule une partie de la levée est traitée
pour résister au déversement. Le reste de la levée doit alors
être calée plus haut de façon à ne jamais être submergée.

LES EPIS



radiers) ou chimique (exacerbation des pollutions et des températures) aux peuplements en place. L'amélioration des conditions de milieu passe donc avant tout par un relèvement des débits en Durance. Pour rendre cette augmentation plus efficace sur le plan piscicole, il sera plus intéressant de moduler ces débits selon les exigences biologiques saisonnières, plutôt que de conserver un débit constant toute l'année. Deux tronçons sont proposés pour tenter l'expérimentation d'un tel cycle.

Par ailleurs, la plus grande diversité de faciès attendus avec les nouveaux modes d'essartement augmentera les effets d'une meilleure hydrologie.

L'amélioration de la franchissabilité des ouvrages devra être envisagée dans un second temps, après l'augmentation des débits permettant le franchissement des obstacles naturels et une meilleure connaissance de l'impact des lâchers à Mallemort.

Les sites naturels à enjeux majeurs : protéger les sites remarquables.

La forte artificialisation de la dynamique fluviale est à l'origine de profondes modifications écologiques et d'un report des potentialités sur quelques sites bien marqués mais très sensibles : roselières sur les plans d'eau, zones boisées remarquables, îlots, etc. Ces sites nécessitent des mesures spécifiques de protection et de gestion.

Le suivi du schéma de gestion

La mise en œuvre de ces propositions devra être accompagnée d'une procédure de suivi rigoureuse, par exemple dans le cadre d'un Observatoire de la Durance.

Le schéma de gestion et d'aménagement proposé est ambitieux et novateur sur plusieurs aspects. La mise en œuvre de ces propositions devra donc être accompagnée d'une procédure de suivi rigoureuse qui permettra de profiter du retour d'expérience.

En parallèle, des lacunes demeurent dans les données disponibles, et il importe de les combler progressivement pour permettre d'améliorer constamment les modes de gestion de la rivière.

Propositions par tronçons

Tronçon A1

Escale - Bléone

du barrage de l'Escale au confluent de la Bléone

L'enjeu morphologique majeur est la **gestion du barrage de l'Escale**. Une des actions majeures préconisées au schéma est l'accroissement des débits en Durance en période de crue, par interruption de la dérivation de 200 m³/s vers le canal industriel quelques jours par an.

Le secteur entre l'Escale et le Largue est proposé à titre expérimental pour une gestion cyclique des débits réservés, en vue d'améliorer la qualité des milieux aquatiques.

Le lit est naturellement très contraint en largeur. L'activité morphologique est quasi nulle à l'aval du barrage (faiblesse des déversements au barrage, pavage du fond et affleurements rocheux). Le confinement est renforcé par les dépôts de décantation très hauts en rive droite, protégés par des perrés en enrochement.

Un enjeu d'inondabilité local au droit de l'usine de Château-Arnoux conduit à préconiser une étude spécifique.

Les fortes sensibilités écologiques des sites de l'Escale, Château-Arnoux et Volonne conduisent à envisager la mise en place de mesures de protection.

Tronçon A2

Bléone - Les Mées

du confluent de la Bléone - Aire de Repos de Ganagobie

Les apports de graviers de la Bléone devraient se rétablir dans les prochaines années après arrêt des extractions et adaptation des ouvrages EDF (transparence du barrage de Malijai, abaissement du seuil du Pont Canal). L'accroissement des débits déversés à l'Escale devrait assurer la reprise de ces apports, mais les évolutions de ce tronçon en plan et en altitude devront être étroitement surveillées.

Cette nouvelle donne morphologique s'accompagnera sans doute d'une forte mobilité latérale du lit et d'une variabilité importante du profil en long, qui conduisent à prévoir des mesures compensatoires pour les riverains (protection des terres agricoles rive gauche, surveillance du profil en long, ...).

La crue de 1994 a mis en évidence **l'inadaptation du système de protection des Mées** contre les crues : des premiers travaux ont été engagés qui devront être poursuivis (achèvement du dispositif de contrôle des entrées d'eau en direction des zones sensibles : réalisation de l'épi de la Roberte).

Il faut prévoir en outre une atténuation et une surveillance des fluctuations du profil en long dans la traversée endiguée des Mées.

L'autoroute entre Peyruis et Ganagobie est submersible en grandes crues : **on acceptera les risques de débordements sur la plaine de Peyruis / Ganagobie**, en réduisant les obstacles à l'écoulement qui engendrent des hauteurs d'eau localement fortes.

Tronçon A3

La Brillanne

Aire de Repos de Ganagobie – L'Asse

Le seuil de la Brillanne est la clé de ce secteur. Il sépare deux tronçons distincts d'un point de vue géomorphologique.

En amont, le lit s'est sans doute un peu exhaussé.

En aval, il s'est abaissé jusqu'à atteindre par endroit le rocher.

L'abaissement du seuil de la Brillanne permettra d'améliorer les conditions du transit sédimentaire en favorisant un abaissement en amont et un réalluvionnement en aval. Une gestion expérimentale d'entretien du lit est proposée en amont du seuil (intégration rapide d'une partie des terrasses boisées dans le lit par essartement)

Les débordements importants entre Dabisse et Oraison affectent des zones à vulnérabilité peu élevée. Ils conduisent à rechercher un accroissement de capacité par abaissement du seuil de la Brillanne, sans mettre en œuvre d'autres ouvrages en lit majeur.

De même, la submersibilité de la RD 4b (route de la Brillanne à Oraison) n'appelle pas de mesures particulières.

Les secteurs sensibles sur le plan écologique (bel ensemble boisé en rive gauche, avec bras secondaires) seront préservés.

Tronçon A4

Valensole

L'Asse – Les Chabrandes amont Manosque

Situation morphologique contrastée entre

- l'entrée de Manosque et le confluent de l'Asse, aux extrémités du tronçon, qui ont connu un abaissement important (2m) suite aux extractions
- le confluent du Largue, qui a peu été touché, et qui est soumis aujourd'hui à une érosion régressive.

L'autoroute est localement en limite d'inondabilité, mais sans conséquences majeures. La tendance est en outre à un abaissement du lit dans les secteurs les plus menacés en 1994.

Ce tronçon présente un des plus beaux ensembles de ripisylve de Moyenne Durance, en rive gauche en aval de la confluence de l'Asse jusque l'île du Chat, où alternent terrasses sèches et boisements humides entrecoupés de lînes.

Le schéma de gestion s'orientera sur ce tronçon vers une **gestion ambitieuse de l'espace alluvial** en accompagnant le regain de mobilité du lit attendu : les nouvelles pratiques d'essartement seront largement mises en œuvre sur ce tronçon. La forte sensibilité écologique entre l'Asse et l'île du Chat sera respectée (ripisylve).

Tronçon A5

Manosque

Les Chabrandes amont Manosque - Cadarache

Les enjeux majeurs se situent au niveau de Manosque. La zone industrielle en particulier a été menacée en 1994.

Or le lit a été très abaissé (-2 m) par les extractions. Le rocher affleure en plusieurs points en aval de Manosque.

Le rétablissement du transit sédimentaire n'est possible qu'en acceptant une certaine remontée du lit au niveau de Manosque, qui devra être compensée par des mesures de protection des zones sensibles.

Par ailleurs, des débordements sont possibles sur l'autoroute à l'aval de la zone industrielle (en particulier sous l'influence des grands épis de protection de l'autoroute), ainsi qu'en amont du pont de Manosque.

On s'orientera donc vers une action volontariste pour assurer la protection des zones sensibles de Manosque en cohérence avec les évolutions morphologiques recherchées :

- contrôle et renforcement de la digue rive droite en aval du pont
- digue d'entonnement en amont rive droite du pont
- arasement de terrasses perchées en bordure du lit
- dégagement du pont
- élargissement du chenal essarté
- atténuation des risques de déversement sur l'autoroute par modification des épis de protection
- surveillance de l'évolution du lit, de façon à procéder, en dernier recours, à des curages d'entretien.

L'ensemble de ces mesures permet d'annoncer, malgré la remontée du lit, des niveaux de crue inférieurs ou égaux à ceux d'aujourd'hui (jusqu'à 50 cm d'abaissement avec un programme ambitieux d'arasement des terrasses) à l'aval du pont.

La remontée du lit n'aura d'incidence sur les niveaux de crue qu'en amont du pont (à 1 km environ du pont : jusqu'à +75 cm sur les niveaux), mais sera compensée par la mise en place de la digue d'entonnement du pont. En amont de cet ouvrage, l'autoroute est suffisamment haute.

L'aval du tronçon est contrôlé par le barrage de Cadarache.

Ce tronçon est particulièrement riche en sites remarquables, présentant le plus souvent un intérêt ornithologique exceptionnel associé à une forte qualité des habitats. Des mesures de gestion sont souhaitables :

- étangs aval de Beaumont de Pertuis (préservation de la tranquillité de la zone aval)
- ensemble retenue de Cadarache et confluence du Verdon (intégration des sensibilités dans la gestion globale du site, protection de la zone de confluence)
- les pelouses sèches de Vinon sur Verdon (limitation du dérangement, convention agricole)
- gravières et ripisylve de l'Abattoir en rive gauche (prise en compte dans les tracés d'essartements).

Tronçon B1

Cadarache - Mirabeau

du barrage de Cadarache au seuil A

A l'aval immédiat du barrage de Cadarache qui a interrompu jusqu'ici le transit sédimentaire, ce tronçon est soumis à une érosion progressive, qui s'est traduite par un méandrement très actif. Les érosions de berges et l'abaissement du lit ont assuré une certaine recharge sédimentaire, qui permet une amorce de réengrèvement à l'aval du seuil A.

L'effacement du barrage dès 600 m³/s permettra de rétablir le transit des graviers entre la Moyenne et la Basse Durance.

La transparence du barrage ne se fera cependant sentir qu'à moyen terme, après réalluvionnement de la Moyenne Durance.

On cherchera donc à **assurer une recharge sédimentaire** en attendant le rétablissement du transit à Cadarache, en favorisant l'érosion de certaines terrasses hautes. Ces actions permettront d'engager rapidement le réengrèvement de la Basse Durance.

Le niveau de protection contre les débordements (entre 2000 et 3000 m³/s) paraît satisfaisant en regard de la vulnérabilité de la plaine : en outre, l'élargissement du lit par recul des terrasses contribuera à réduire la fréquence des débordements.

Un enjeu écologique potentiel sur le secteur des Iscles en rive droite, lié à la présence d'un ancien bras bordé de terrasses sèches, sera valorisé.

Tronçon B2

Mirabeau - Meyrargues

du seuil A au viaduc SNCF. de Meyrargues

Ce tronçon a subi un très fort abaissement à la suite d'extractions intensives de graviers. On observe de fréquents affleurements marneux et rocheux. Le lit est très peu mobile.

La plaine est isolée du lit par l'autoroute, insubmersible.

La future tendance au réengrèvement ne modifiera pas significativement les niveaux d'inondabilité (revanche de l'autoroute : de 1.5 à 2m sur une crue de 5000 m³/s, sauf à l'amont immédiat des seuils).

Les orientations de gestion se déclinent autour de trois axes :

- favoriser le rétablissement du transit sédimentaire (traitement du seuil B, recharge sédimentaire ponctuelle),

- limiter le drainage de la nappe par la remise en eau d'une lône à Jouques,
- entretenir un chenal essarté plus étroit qu'ailleurs dans la mesure où le fort abaissement du lit a donné une section d'écoulement importante à ce tronçon.

En terme de débordements, le seul point sensible dans l'immédiat se trouve en amont du seuil B : point traité dans le cadre du réaménagement du seuil B (cf. action B2-1).

Des aménagements écologiques et paysagers sont proposés au niveau des souilles de Peyrolles.

Tronçon B3

Meyrargues - Villelaure

Du viaduc de Meyrargues au seuil aval du Puy Ste Réparate

Le lit est marqué par les exploitations de granulats : à l'aval du pont de Pertuis, succession de souilles d'extraction séparées par des seuils ; en amont du pont, lit très peu mobile en raison du déficit d'apports de graviers et des affleurements rocheux.

Amont du pont de Pertuis

La digue du Père Grand s'est rompue en 1994, entraînant l'inondation de la zone industrielle de Pertuis. Elle a été reconstruite depuis, mais il convient aujourd'hui de parachever le dispositif **en supprimant toutes les causes de perturbation hydraulique** (pont trop étroit, épis agressifs, lit vif étroit) : on fixera comme objectif de dégager une revanche de l'ordre de 1 m de la digue au-dessus d'une crue de 5000 m³/s.

L'objectif prioritaire **à l'amont du pont de Pertuis** sera donc **l'accroissement de la sécurité de l'endiguement de Pertuis** en rive droite, et du secteur du péage de Meyrargues en rive gauche.

Dans ce but, un large panel de mesures est proposé :

- élargissement du pont à l'occasion de sa réfection
- abaissement du seuil du canal de Marseille
- recul des épis de rive droite et élargissement de la zone de mobilité, avec recul progressif de terrasses hautes Ce recul concernera des terres agricoles qui devront être rachetées. Il contribuera à la recharge sédimentaire de ce tronçon déficitaire.

Nota : la suppression de la digue du Grand Vallat en rive gauche aurait pu être une mesure complémentaire et symétrique. Il paraît cependant que son coût

(nécessité de refaire une protection de l'autoroute contre les érosions) n'est pas en rapport avec le faible espace récupéré.

- abaissement complémentaire des épis en retrait de l'espace de mobilité recherchée

Aval du pont de Pertuis

A l'aval du pont, la gestion des débordements reposera également sur **une restructuration du système de protection existant**:

- en rive gauche, faciliter l'écoulement des crues en supprimant partiellement les épis existants derrière la digue-piste des carriers. La suppression de cette digue a été écartée car elle accroîtrait les débits sur les seuils déjà fragiles et réduirait l'effet d'écrêtement de la plaine du Puy.
- en rive droite, simplifier et fiabiliser le système de protection contre les crues en éloignant de la Durance une ligne de défense fiable devant les principaux hameaux, avec arasement des levées situées entre la Durance et cette ligne de défense. En compensation pour les terres proches du lit, les niveaux de crue seront abaissés par aménagement des seuils.

A plus long terme, ce réaménagement des seuils est destiné à accompagner le rétablissement progressif du transit des graviers.

Ce tronçon présente des enjeux majeurs sur le plan faunistique : zone de nidification des oiseaux extrêmement riche (site abritant le Blongios nain, la Lusciniole à moustache, la plus grosse colonie de Sterne de la Durance....), présence du Castor dans les souilles, intérêt floristique dans le lit vif. L'essartement restera très sélectif sur ce tronçon, en respect des sensibilités existantes. Les souilles d'extraction dans le lit vif étant vouées progressivement à se combler, on recherchera en compensation une valorisation des souilles latérales (adoucissement de berges, création d'îlots...)..

Tronçon B4

Villelaure - La Roque d'Anthéron

du seuil aval du Puy Ste Réparate au plan d'eau de la Roque d'Anthéron

Situé à l'aval des souilles du Puy qui interrompent - et pour au moins encore 40 ans - le transit des graviers, ce tronçon est soumis à un déficit sédimentaire marqué. Après un enfoncement modéré, déjà partiellement acquis, la tendance est à une fixation du lit par pavage.

A l'aval, la capture du plan d'eau de la Roque-d'Anthéron en 1994 a provoqué une érosion régressive qui atteint aujourd'hui le pont de Cadenet.

On recherchera donc dans ce tronçon à **favoriser une recharge sédimentaire** par érosion de terrasses.

La plaine proche en rive droite est inondable avant 3000 m³/s (cf. crue de 1994). Des risques de débordements divergents sont signalés en direction de Cadenet.

Le schéma sera centré sur une **sécurisation du système de protection** contre les débordements en remplaçant les levées en bord de Durance, peu fiables et trop proches de l'espace de mobilité recherchée par une ligne de défense plus fiable appuyée sur la route existante entre la Grande Bastide et l'épi de Versailles. La fréquence des débordements pourra être légèrement réduite à cette occasion (seuil de débordement : vers 3500 m³/s), notamment grâce à l'érosion de terrasses hautes.

On visera en outre la suppression des risques de débordements divergents vers Villelaure et Cadenet.

L'intérêt écologique de ce tronçon est essentiellement centré sur la réserve naturelle volontaire de St-Estève-Janson (mesures de prévention contre la capture de la gravière par la Durance, amélioration de l'alimentation en eau, aide au maintien des prairies en amont). La réhabilitation de zones humides est envisagée à Sanfla et à l'aval de Gontard.

Tronçon B5

La Roque-d'Anthéron - Mallemort

du plan d'eau de la Roque-d'Anthéron au barrage de Mallemort

La plaine a été fortement inondée en 1994 (quartier de la Roque Hauturière à Lauris, base de loisir de la Roque-d'Anthéron, plaine de la Roque, Charleval et Mallemort, plaine de Puget). Les eaux débordantes s'accumulent contre le canal EDF à Mallemort.

Cette situation résulte :

- de la complexité et de l'inadaptation du système de protection
- de l'absence d'abaissement du lit, voire d'un léger exhaussement
- du rétrécissement du lit vif

Le SMAVD a engagé un programme destiné à assurer la protection jusqu'à 4000 m³/s de la plaine de Lauris en rive droite, de celle de La Roque-d'Anthéron à Mallemort en rive gauche.

Les dispositions de protection contre les crues seront complétées par des mesures sur Puget et par le traitement du problème spécifique posé par le canal EDF.

Le recul des épis déjà entrepris sera achevé pour dégager un espace de mobilité suffisant.

A l'aval, le fonctionnement actuel du barrage de Mallemort favorise le dépôt de limons qui gêne l'écoulement des crues et contribue à l'exhaussement du lit. On recherchera un effacement plus fréquent du barrage.

Les enjeux sur les milieux naturels sont principalement liés au barrage de Mallemort (vaste superficie en eau, îles végétalisées, roselières, boisements humides impénétrables, vaste ensemble de lônes encore fonctionnelles en rive droite) : enjeux faunistiques remarquables (castor, avifaune, insectes), intérêt floristique également. Ces sensibilités seront respectées dans les modes de gestion du lit et de l'espace alluvial préconisés. Le colmatage rapide des lônes les plus proches des terres agricoles conduit à préconiser des mesures d'entretien.

Le secteur entre Gontard et Mallemort est proposé à titre expérimental pour une gestion modulée des débits réservés, en vue d'améliorer la qualité des milieux aquatiques.

Tronçon C1

Mallemort - Orgon

Du barrage de Mallemort au pont SNCF. d'Orgon

Ce tronçon s'est caractérisé ces dernières années par une dynamique fluviale soutenue, liée à une pente relativement forte.

Les restitutions de débits liquides à Mallemort conduisent à une **situation de déficit sédimentaire**, qui conduit progressivement à un abaissement du lit puis à un pavage du fond qui en réduira la mobilité.

La capture des gravières de Mallemort a renforcé la tendance à l'enfoncement du lit.

La gestion du lit sera donc orientée vers **une large mobilité du lit**, mettant à profit la relativement forte pente de ce tronçon.

Des **opérations de recharge sédimentaire** seront engagées pour prévenir un enfoncement excessif du lit.

La plaine de Sénas et d'Orgon se caractérise par une **grande complexité du système de défense contre les débordements**. La construction du TGV a néanmoins conduit à une première simplification du système qu'il convient de poursuivre.

Un curage du lit mené après 1994 a permis d'atténuer les risques de débordements dans ce secteur.

En rive droite, il n'y a guère d'enjeux sur la plaine, inondée en deçà de 3000 m³/s. Localement, on recherchera une atténuation des risques d'inondation au nord de la voie ferrée.

En rive gauche, trois ensembles :

- à l'amont du pont de Mallemort, le quartier bas est submersible en crue centennale. Sa protection sera assurée par l'amélioration des conditions d'écoulement au pont complétée par la mise en place d'un muret.
- à l'aval du pont de Mallemort, la "digue des carriers" est en limite de submersion à 5000 m³/s, avec de forts risques de rupture. On s'orientera vers des débordements contrôlés à partir de 4000 m³/s.
- sur Sénas et Orgon, la poursuite de la restructuration du système amorcée avec les travaux TGV sera poursuivie pour assurer une protection de la plaine du même niveau qu'aujourd'hui en fréquence (entre 3500 et 4000 m³/s), mais en supprimant les risques de rupture de digues et d'épis, et en maîtrisant les débits débordants.

D'un point de vue écologique, le secteur le plus riche est situé sur Cheval blanc et Mérindol, depuis le pont de Mallemort jusque Bel Hoste (intérêts floristique et ornithologique). Des réhabilitations de lînes sont prévues à l'aval de la Roquette et sur Mérindol.

En rive droite, la ripisylve est exhaussée en maints endroits, avec pour conséquences un assèchement des boisements et une perte de connexion avec la Durance. Sur ce secteur, la gestion est assurée en liaison avec les préconisations de recharge sédimentaire.

Tronçon C2

Orgon – Cavaillon

du pont SNCF. d'Orgon au viaduc TGV aval de Cavaillon

Les enjeux majeurs sont liés à la protection contre les inondations. Après l'alerte de la crue de 1994, qui a failli inonder Cavaillon, des travaux de renforcement du système de protection ont été engagés, en parallèle aux travaux de la ligne TGV.

Après achèvement du programme en cours, le niveau de protection sera satisfaisant tant du côté de Cavaillon (digue en terre calée avec revanche au-dessus de la crue centennale) que du côté de Plan d'Orgon (calée à la crue centennale, l'autoroute assure une bonne sécurité vis-à-vis du risque de rupture).

L'attention devra alors se porter sur le dégagement du lit et la surveillance du profil en long, pour déceler un éventuel alluvionnement du lit à l'amont de Plan d'Orgon et de Cavaillon.