

DIRECTION  
ADMINISTRATION  
2, RUE MISTRAL  
3370 MALLEMORT  
TEL 04 90 59 48 58  
FAX 04 90 59 42 00



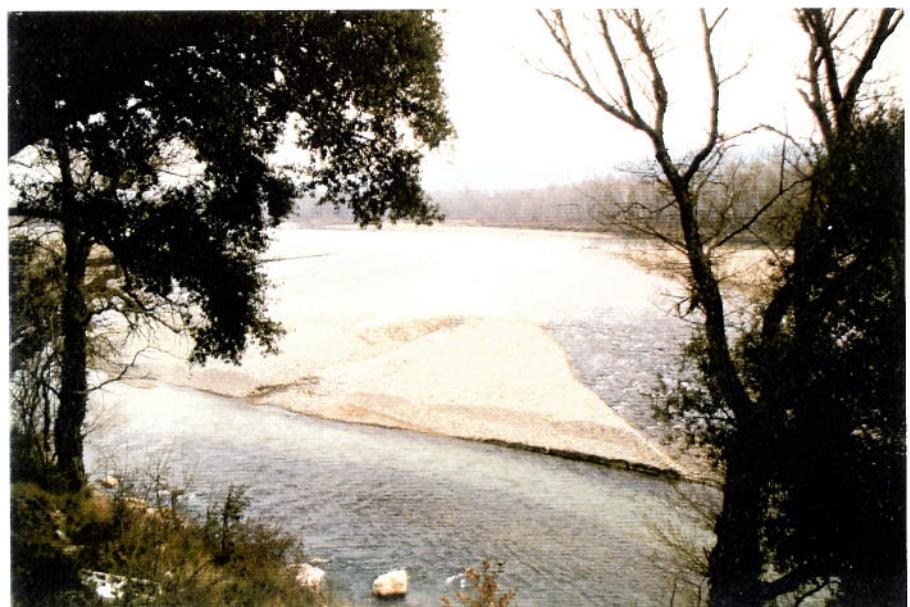
Agence de l'Eau  
PROVENCE MÉDITERRANÉE CORSE

Région  
PACA



Alpes de Haute Provence  
CONSEIL GÉNÉRAL

# MOYENNE ET BASSE DURANCE SCHEMA D'AMENAGEMENT ET DE GESTION



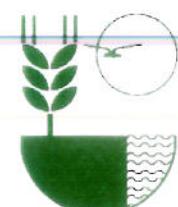
## PROPOSITIONS D'ACTION

JUIN 2001

510636 R6

TELEOS

  
**SOGREAH**  
CONSULTANTS

  
**cesame**  
S.A.R.L. au capital de 50 000 F

# **Introduction**

## **Présentation de la démarche d'étude**

Le Syndicat Mixte d'Aménagement de la vallée de la Durance a décidé d'engager une étude générale de la Moyenne et Basse Durance pour établir un programme cohérent de gestion et d'aménagement de la vallée.

Les études techniques ont été confiées à SOGREAH pour le volet hydraulique et sédimentologique, et au groupement AQUALIS / CESAME / TELEOS pour le volet « milieux naturels ».

Le Syndicat a été assisté pour le pilotage de ces études de Mireille Boyer pour le volet « milieux naturels » et de Philippe Lefort pour le volet « hydraulique et sédimentologie ».

Les deux études diagnostic ont été menées en étroite concertation. La phase de réflexion sur les scénarios de gestion, et la présente phase de propositions d'action ont été conduites en commun.

Il a ainsi été possible de construire un schéma de gestion qui intègre les différentes composantes du système fluvial.

## **Avancement de la procédure de concertation**

Les principes généraux du schéma de gestion proposé ont été établis en concertation avec le Comité de Suivi Technique<sup>1</sup> sur la base des scénarios de gestion qui ont été envisagés. Ils ont été présentés en juin 1999 au Comité d'Orientation.

Les propositions d'action ont été validées par le Comité de Suivi Technique de l'étude.

## **Renvoi aux fiches par tronçon**

**Le présent rapport présente les axes généraux du schéma de gestion. Un volume annexe reprend toutes les actions proposées par tronçons en les détaillant.**

---

<sup>1</sup> Agence de l'eau, DIREN, DDE et DDAF 13, 84 et 04, DRIRE,

Conseils généraux 13, 84 et 04, Conseil Régional Provence Alpes Côte d'Azur, EDF

<b>Orientations générales du schema de gestion</b>	<b>5</b>
1.1 Les points majeurs de l'état actuel	5
1.2 Les objectifs généraux	6
1.3 Une imbrication étroite entre les différents thèmes	8
1.4 Les axes d'intervention	9
1.5 le suivi du schema de gestion	12
<b>2 le transit des graviers</b>	<b>13</b>
2.1 Principes généraux	13
2.1.1 Les objectifs	13
2.1.2 les principes du rétablissement du transit sédimentaire	13
2.2 Les moyens d'action	15
2.2.1 La gestion des débits	16
2.2.2 La transparence des retenues vis-à-vis du chargement	17
2.2.3 Les seuils	18
2.2.4 Le transit des graviers en moyenne durance	19
2.2.5 Les affluents	20
2.2.6 La recharge sédimentaire par érosion latérale	20
2.3 Bilan du programme proposé	22
2.4 Définition d'un profil en long de référence	23
<b>3 La gestion des limons</b>	<b>24</b>
3.1 Les données du problème	24
3.1.1 Essai de bilan volumétrique	24
3.1.2 Conséquences	24
3.2 Les moyens d'action	25
3.2.1 Maîtrise de l'évolution des marges boisées	25
3.2.2 Gestion des retenues vis-à-vis du transit des limons	25
3.2.3 Aménagement des seuils	26
3.2.4 Entretien des lits figés	27
<b>4 La gestion de l'espace alluvial</b>	<b>28</b>
4.1 Problématique actuelle	28
4.2 Objectifs	29
4.3 Zonage de l'espace alluvial	29
4.4 Modes d'essartements	31
4.5 Modalités d'entretien des lits figés	36
4.6 Modalités d'entretien des secteurs enlimonnés	36
4.6.1 le secteur de courtine	36
4.6.2 Le cas des retenues hydroélectriques	38
4.7 Rôle et devenir des ouvrages de protection	39
4.8 Gestion des milieux	39

4.8.1	Les îles boisées et les formations pionnières arbustives	39
4.8.2	Les roselières	40
4.8.3	Les pelouses sèches	41
4.8.4	Les annexes latérales	41
4.9	<i>Principes de réaménagement des gravières</i>	44
4.9.1	Principes généraux	44
4.9.2	Natures des aménagements et sites concernés	45
<b>5</b>	<b>La gestion des crues et des risques d'inondation</b>	<b>49</b>
5.1	<i>Enjeux et objectifs</i>	49
5.1.1	Les points marquants de l'état actuel	50
5.1.2	Sélection et hiérarchisation des principes de gestion pour donner une cohérence au système de protection	52
5.2	<i>Résumé des choix d'aménagement proposés</i>	55
5.2.1	Moyenne Durance	55
5.2.2	Tronçon Cadarache / Mallemort	55
5.2.3	Tronçon Mallemort / Rhône	56
5.3	<i>Bilan du programme proposé</i>	56
5.3.1	Analyse des effets locaux	57
5.3.2	Bilan global sur la propagation des crues	59
5.4	<i>Principes généraux de conception des ouvrages</i>	61
<b>6</b>	<b>La gestion des milieux aquatiques</b>	<b>64</b>
6.1	<i>Marges de manœuvre</i>	64
6.2	<i>Gestion des débits</i>	65
6.2.1	Contexte administratif et technique	65
6.2.2	Situation actuelle	66
6.2.3	Débits naturels et débits artificiels actuels	67
6.2.4	Proposition d'un cycle réservé expérimental	68
6.2.5	Evolution des volumes d'eau transitant en Durance suite à la mise en œuvre du cycle réservé proposé	71
6.3	<i>Restauration des possibilités de déplacements</i>	73
6.3.1	Les obstacles actuels	73
6.3.2	Gain escomptable d'un aménagement des ouvrages	74
6.3.3	Conclusion	76
6.4	<i>Intervention sur les plans d'eau</i>	76
<b>7</b>	<b>La gestion et la protection des sites à enjeux écologiques majeurs</b>	<b>77</b>
7.1	<i>Choix des sites</i>	77
7.2	<i>Mesures de gestion</i>	80
<b>8</b>	<b>Présentation synthétique des actions proposées</b>	<b>81</b>
8.1	<i>Bilan en terme de gestion de l'espace</i>	81
8.2	<i>Tableau synthétique des actions proposées</i>	82

8.3 Coûts et Priorités	83
8.3.1 Coûts d'investissement	83
8.3.2 – COÛTS D'ENTRETIEN	84
<b>9   Éléments pour la création d'un observatoire de la Durance</b>	<b>86</b>
9.1 Mesures de suivi du milieu physique	86
9.1.1 Suivi de la morphologie du lit	86
9.1.2 Suivi des débits	87
9.1.3 Suivi des flux de sédiments	88
9.1.4 Suivi de la nappe	88
9.1.5 Suivi des effets des nouveaux modes d'essartements	89
9.1.6 Suivi de l'évolution des souilles du lit vif	90
9.2 Mesures de suivi du milieu biologique	91
9.2.1 Suivi de l'évolution de la végétation et de la diversité des milieux	91
9.2.2 Suivi de l'évolution globale des milieux aquatiques	92
9.2.3 Suivi des réaménagements de gravières	93
9.2.4 Amélioration des connaissances faunistiques	93
9.2.5 Suivis faunistiques et floristiques	94

## ORIENTATIONS GENERALES DU SCHEMA DE GESTION

### 1.1 LES POINTS MAJEURS DE L'ETAT ACTUEL

L'aménagement hydroélectrique et hydro-agricole 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'ici 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'interruption 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 majeur 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 délimonage "au fil de l'eau" du bassin d'éclusée 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 faunistiques et floristiques (avifaune en particulier).

La forêt alluviale qui s'est développée depuis l'aménagement hydroélectrique est en équilibre avec un régime de "petites" crues annuelles très atténué, mais elle constituerait un obstacle majeur à l'écoulement des crues plus fortes si un espace d'écoulement minimal n'était pas maintenu. Ainsi, l'essartement devenu indispensable et réalisé de façon trop uniforme, banalise un lit vif, qui tend à se déconnecter totalement du reste de l'espace alluvial. De plus, l'abaissement du lit et les dépôts de limons ont des répercussions directes et rapides sur l'exhaussement et l'assèchement des milieux riverains.

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 et dont la pérennité sera compromise sans la mise en place d'une gestion spécifique (lônes, roselières des retenues).

**La faiblesse des débits réservés** limite drastiquement les potentialités piscicoles. De plus, les peuplements piscicoles actuels ne trouvent pas une adéquation suffisante pour se développer normalement, entre les différentes 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*

Les abaissements inégaux du profil en long croisés avec la réduction de la largeur moyenne du lit vif conduisent à une **situation contrastée vis-à-vis des risques de débordement** : certaines zones ont vu les risques d'inondation s'accroître, tandis que d'autres sont aujourd'hui mieux protégées.

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'empierrement 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.

#### *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.

## **1.2 LES OBJECTIFS GENERAUX**

En réponse à ce diagnostic, 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 domptée. 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 milieux alluviaux de la Durance : si de nouveaux milieux intéressants sont apparus (roselières, ...), ils sont le plus souvent voués à disparaître sans entretien artificiel. La fixation croissante du lit conduit à un appauvrissement des milieux. La recherche de nouveaux modes de gestion de la Durance propres à accroître la diversité et la qualité des milieux sera 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 gravier 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.

## 1.4 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 faiblesse des débits transitant en Durance ne permet pas la reprise de la totalité des apports de graviers de l'Asse et bientôt de la Bléone : on peut donc craindre un exhaussement excessif du lit en Moyenne Durance. Pendant ce temps, la Basse Durance connaît un déficit chronique de graviers qui pourra conduire à une aggravation des contraintes sur la nappe et les ouvrages.

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

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.

Néanmoins, l'inertie du système est telle (les rythmes d'évolutions se mesurent en décennies) qu'il est 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 de limons, avec en conséquence une réduction progressive de la section d'écoulement et un exhaussement inéluctable 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. Apparaît ainsi l'idée d'un déplacement du chenal à chaque cycle d'essartement au sein d'un espace plus large.

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

### **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.

Des programmes de protection importants 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 réduisant sensiblement la fréquence des crues débordantes, 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 comportement brutal. 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 radiers) ou chimique (renforcement des pollutions et accroissement 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 augmenteront 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, îônes, etc. Ces sites nécessitent des mesures spécifiques de protection et de gestion.

## **1.5 LE SUIVI DU SCHEMA DE GESTION**

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.

C'est dans cet esprit que sont indiquées les bases de ce que pourra être un Observatoire de la Durance.

Le bilan sur l'entretien des ouvrages sera mitigé : les besoins d'entretien des seuils diminueront progressivement, mais les ouvrages latéraux seront davantage sollicités.

Le rétablissement du transit des graviers nécessite **une approche différente de la gestion des risques de débordement**, en raison de la plus grande mobilité du lit et de sa remontée dans les secteurs les plus abaisssés. Il est possible d'assurer sur tous les secteurs sensibles une protection au moins équivalente à la protection actuelle avec les options retenues pour la gestion des crues.

### **Barrage de Cadarache**

Effacement du barrage au-dessus d'un seuil de 600 à 800 m3/s

### **Barrage de l'Escale**

Majoration des débits par arrêt de la dérivation pendant les crues à raison de 2 à 5 jours/an.

### **Gestion du lit en moyenne Durance**

La priorité donnée au transit sédimentaire conduit à accepter un réalluvionnement modéré dans certains secteurs, en particulier au droit de Manosque. Mais des mesures locales sont possibles pour conserver les mêmes conditions d'écoulement des crues.

L'abaissement du seuil de la Brillanne rentre dans la logique de ce scénario, en relarguant un volume significatif de graviers (et donc en accélérant le rétablissement du transit vers la basse Durance), et en accroissant sur le long terme la capacité de transport à l'aval des Mées.

### **Entre Cadarache et Pertuis**

Le rétablissement progressif des apports permettra la réapparition de formes de tressage : on peut en attendre une plus grande mobilité des formes, réduisant les risques de formation de bancs enlimonés, accroissant la qualité du milieu alluvial et réduisant les besoins d'entretien de la végétation.

Dans ce contexte, la remobilisation des graviers des terrasses en plusieurs points permettra d'avancer le processus, en attendant le rétablissement des apports de la moyenne Durance : il s'agira d'une bonne mesure de gestion de la période transitoire.

L'engravement sera perceptible en amont du viaduc de Meyrargues (+1m), mais ne paraît pas susceptible de menacer l'A51 de débordements à 5000 m3/s.

L'abaissement du seuil du canal de Marseille permettra de favoriser le transit sédimentaire tout en accroissant la capacité d'écoulement des crues dans le tronçon sensible de Pertuis.

Le réengravement progressif des souilles du Puy s'accompagnera d'un abaissement échelonné des seuils de 1m.

### **Entre Pertuis et Orgon**

L'évolution du lit sera déterminée par des phénomènes d'érosion progressive, à l'aval des souilles du Puy d'une part (déficit durable des apports solides), d'autre part à l'aval de la restitution de Mallemort (apports de débits liquides sans apports solides).

Dans les deux cas, l'abaissement du lit qui pourrait assurer une certaine recharge sédimentaire pourra être bloqué par la formation d'un pavage.

On se retrouve donc dans les deux cas face à une situation durablement déficitaire.

En amont de Mallemort, le surcroît de débit liquide s'accompagnera d'un surcroît de débits solides, mais les apports en matériaux ne progresseront que lentement (plusieurs décennies) vers l'aval. Tant qu'ils ne seront pas parvenus en un point donné, le déficit persistera.

En aval de Mallemort, la situation restera toujours déficitaire en raison des restitutions d'eau claire.

Le risque n'est pas tant un abaissement important du lit (encore qu'il faille prévoir un suivi rigoureux de son évolution) qu'une fixation progressive du lit au fur et à mesure du développement du pavage.

Si l'abaissement du lit s'avère excessif, il sera toujours temps de mettre en œuvre des actions correctrices : ouvrages de stabilisation,...

Pour atténuer la tendance à la fixation du lit, on cherchera à favoriser une recharge sédimentaire par érosion latérale. En particulier, l'étroitesse du lit à l'aval du pont de Mallemort conduit à préconiser des actions volontaristes de reprise de sédiments sur les terrasses latérales.

### **Entre Orgon et Bonpas**

Il paraît certain que la recharge sédimentaire par abaissement du lit et/ou par érosion latérale assurera durablement des apports peu ou pas déficitaires à Orgon et Cavaillon.

A Cabannes, le rétablissement du transit sédimentaire sur le seuil du Grand Isclon est quasiment acquis. Le réalluvionnement du secteur aval se fera sentir dans les deux prochaines décennies, alimenté dans un premier temps par l'érosion régressive à l'aval de Cavaillon.

L'acceptation de la remontée du lit accompagnée des aménagements nécessaires pour assurer le niveau de protection requis à Caumont permettra seule d'escampter à moyen terme (de l'ordre de 50 ans) un rétablissement progressif du transit sédimentaire à l'aval de Bonpas.

Il est délicat d'apprécier si ce rétablissement entraînera un exhaussement du lit dans la mesure où il s'accompagnera d'un changement de style morphologique : le lit figé à bancs élevés pourra être remplacé par un lit un peu plus mobile (encore que la conjugaison de débits réduits et d'une faible pente doive nous conduire à beaucoup de prudence).

Il paraît certain en revanche que ce rétablissement du transit favorisera la « lutte » contre les dépôts de limon : et ce point justifie sans doute des aménagements en amont.

## **2.2 LES MOYENS D'ACTION**

Les moyens d'action pour influer sur l'évolution du profil en long et sur le transit sédimentaire sont peu nombreux :

- la gestion des débits liquides,
- la transparence des retenues vis-à-vis du charriage de matériaux,
- le calage des seuils,
- la recharge sédimentaire par érosion de berges.

## **2.2.1 LA GESTION DES DEBITS**

Sauf mention contraire, les évaluations de transport solide sont menées pour des conditions moyennes de la moyenne Durance (pente : 3.5%, dm : 50mm).

Lors des crues, la gestion actuelle des retenues de Moyenne Durance consiste à maintenir le niveau normal de la retenue de façon à continuer à entonner le plus grand débit possible dans le canal usinier.

Ces retenues posent aujourd’hui de redoutables problèmes d’envasement, qui conduisent EDF à réfléchir à une nouvelle gestion.

On peut donc envisager de renoncer à l’entonnement des débits pendant les crues pour tenter d’éviter de nouveaux dépôts de limons, voire remobiliser les dépôts actuels (le cas échéant après remaniement mécanique des limons), en ouvrant partiellement les ouvrages.

Cette option conduit à majorer les débits en Durance de 200 à 250 m<sup>3</sup>/s (débit actuellement dérivé) au-delà d’un certain débit de crue, à définir. Pour être mise en œuvre, cette option suppose que le canal de prise puisse être fermé : le barrage de l’Escale (et celui de St-Lazare) ne sont pas équipés pour l’instant d’une telle vanne, contrairement à Cadarache.

La capacité de transport en moyenne Durance évoluerait comme suit, selon le seuil à partir duquel la dérivation est interrompue :

Seuil de débit de crue à l’Escale (débit actuellement déversé) m <sup>3</sup> /s	Seuil de débit déversé après report en Durance des débits dérivés (m <sup>3</sup> /s)	Fréquence (jour/an)	Capacité de charriage annuelle à l’amont de la Bléone m <sup>3</sup> /an	Capacité de charriage annuelle à l’aval de la Bléone m <sup>3</sup> /an
état actuel			35000	48000
400	600	0.8	42000	55000
300	500	1.5	50000	63000
200	400	2.6	60000	74000
100	300	5.9	84000	98000

Nota : le paramètre important est le nombre de jours par an de report des débits dérivés en Durance. Pour les déversés actuels supérieurs à 100 m<sup>3</sup>/s, le débit dérivé moyen est proche de 200 m<sup>3</sup>/s. Ce débit dérivé atteint plus fréquemment 250 m<sup>3</sup>/s pour la gamme des déversés entre 50 et 100 m<sup>3</sup>/s.

L'accroissement de capacité de transport est égal au volume d'eau reversé multiplié par la concentration en matériau, voisine ici de 0.5 %.

On voit que, pour être significatif pour le transit sédimentaire, le report des débits en Durance doit être réalisé entre 2 et 6 jours par an.

On a considéré également que le report des débits en Durance sera poursuivi à l'aval de Cadarache.

Il pourra être intéressant d'étudier avec le gestionnaire une modulation de ces déversés d'une année sur l'autre selon les conditions hydrologiques et l'état des réserves, de façon à minimiser les incidences économiques.

## **2.2.2 LA TRANSPARENCE DES RETENUES VIS-A-VIS DU CHARRIAGE**

Le mode de gestion appliqué jusqu'ici sur les retenues de moyenne Durance ne permet pas d'assurer le transit sédimentaire des matériaux grossiers, sauf pour les débits exceptionnels : il n'est même pas certain que le transit ait été significatif lors des crues de 1994.

### **Barrage de l'Escale**

Le diagnostic a montré que les débits disponibles en Durance sont insuffisants pour reprendre tous les apports solides de la Bléone et de l'Asse.

Il ne paraît donc pas opportun de chercher dans l'immédiat à favoriser les apports de graviers en provenance de l'amont de l'Escale.

On notera cependant que le problème des accumulations de graviers à l'entrée de la retenue (apports du Jabron et du Vançon) restera entier.

### **Barrage de Cadarache**

La transparence du barrage de Cadarache est au cœur de la problématique du transit sédimentaire sur la Durance.

Deux aspects doivent être analysés :

#### *Possibilité d'un transit sédimentaire dans la retenue*

Un modèle local a été construit (logiciel ECOPERM) pour évaluer l'engravement nécessaire dans la retenue afin d'y assurer le transit des graviers lorsque le barrage est complètement ouvert.

On montre que le lit en amont du confluent du Verdon est déjà capable d'assurer le transit des graviers.

L'engravement nécessaire ne concernera que la zone la plus proche du barrage, sur 250 m environ. Le fond tendra vers une cote de 249.5 NGF (pour un radier des passes à 250 NGF, et une retenue normale à 256 NGF). Les plans bathymétriques de la retenue montrent que les fonds au-dessous de cette cote sont localisés à proximité de la prise de dégravement. Il y a là une fosse qui descend à 243 NGF (effet conjugué de la prise de dégravement et de l'épi déflecteur qui la protège en amont).

Le remplissage nécessaire pour que le transit des graviers soit possible représente ainsi sans doute moins de 50000 m<sup>3</sup>. Ce n'est donc pas un obstacle.

#### Mode de gestion pour assurer la transparence

La transparence n'est assurée aujourd'hui qu'au-delà de 3000 à 4000 m<sup>3</sup>/s. Elle n'a donc jamais encore été effective.

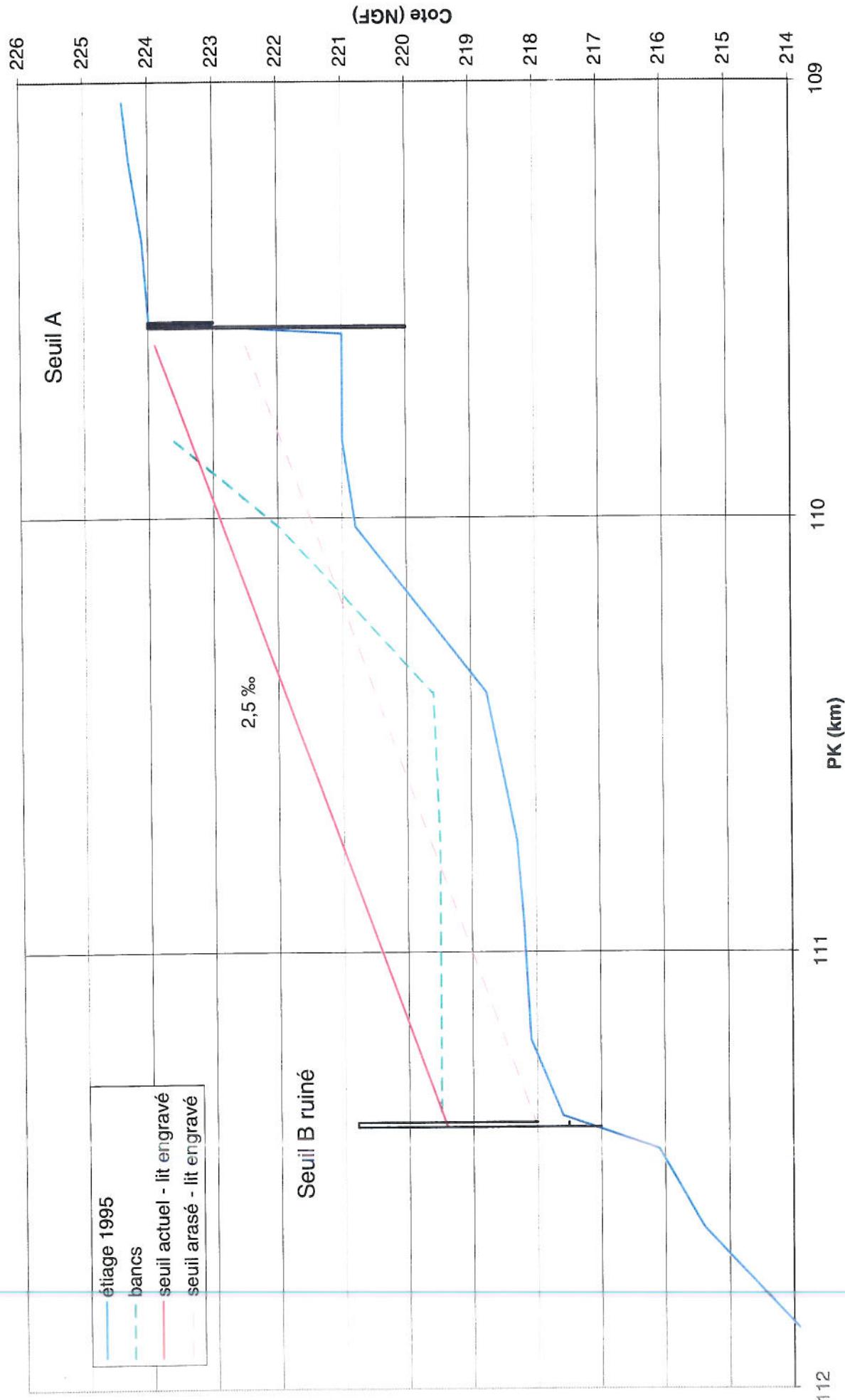
Les simulations sur CAVALCADE indiquent que la transparence moyenne (c'est-à-dire sur un bilan pluriannuel) serait assurée pour un effacement du barrage à partir de 600 à 800 m<sup>3</sup>/s.

### **2.2.3 LES SEUILS**

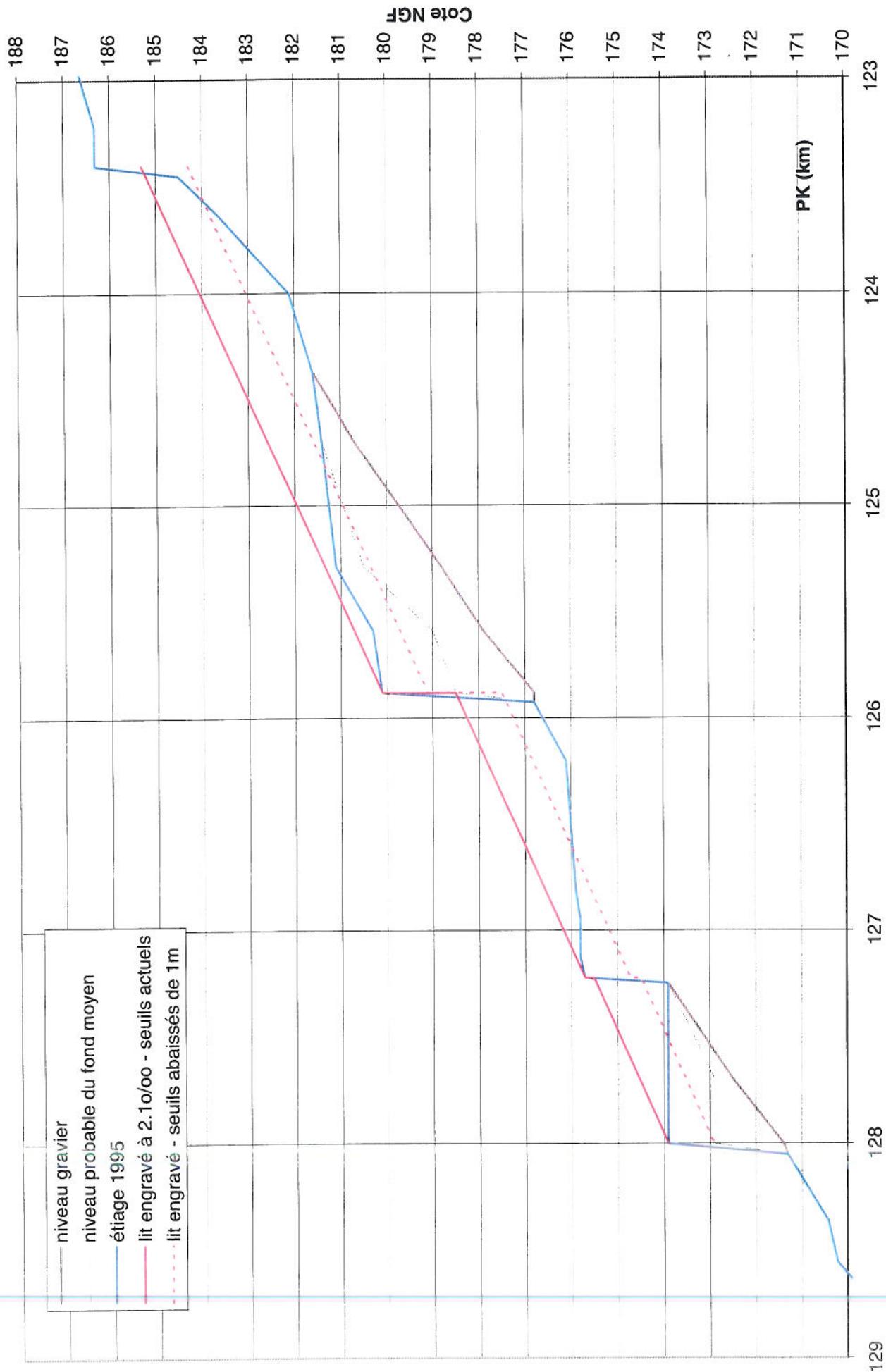
L'abaissement des seuils permet d'accroître les pentes motrices en amont et de réduire les délais de réengravement du lit. On ne peut cependant envisager cet abaissement que lorsqu'on peut garantir l'absence d'effets négatifs sur les nappes ou les ouvrages. On sera ainsi le plus souvent conduit à attendre que le réengravement du lit se soit amorcé à proximité du seuil pour envisager son abaissement.

Seuil	Principe	Commentaire
Seuil de la Brillanne	Abaissement rapide de l'ordre de 1 m pour favoriser le transit sédimentaire en amont avec abaissement du lit, et accélérer le réalluvionnement en aval	Effet perceptible aux Mées que sur le long terme (>50 ans).
Seuil A (aval Mirabeau)	Statu quo	La chute va progressivement se réduire par réengravement du lit aval
Seuil B (Jouques)	Arasement immédiat dans le cadre de la reconstruction	Réengravement en cours du bief amont. Permet de réduire le délai de rétablissement du transit des graviers.
Seuil 106 (Meyrargues)	Statu quo	Nécessaire à la tenue du lit amont et à la stabilité du pont de la voie ferrée. Ouvrage refait récemment, sans incidence significative sur le transit.
Seuil du canal de Marseille (Pertuis)	Abaissement de la crête principale de 0.7 m	Ouvrage refait récemment pour assurer sa pérennité, nécessaire à la stabilité du pont de Pertuis.  Abaissement envisageable après la reconstruction programmée du pont de Pertuis (délai approximatif : 10 ans).  Cet abaissement est surtout envisagé pour améliorer les conditions d'écoulement des crues dans la traversée de Pertuis. Il favorisera également un rétablissement plus rapide du transit sédimentaire à ce niveau.
Seuil 5 (Pertuis/Le Puy)	Abaissement de 1 m environ à moyen terme	Abaissement nécessaire pour réduire le délai de rétablissement du transit des graviers.  Abaissement utile également pour permettre un abaissement des levées de protection de la plaine de Pertuis/Villelaure contre les débordements sans aggravation de la fréquence des débordements.  Intervention à prévoir dès amorce de rétablissement du transit des graviers sur le seuil du canal de Marseille (critère : disparition des affleurements marneux sous les graviers).
Seuil 5 bis (Villelaure/Le Puy)	Abaissement envisageable à long terme	Seuil calé assez bas.  Abaissement modéré à long terme, après amorce de réengravement de la

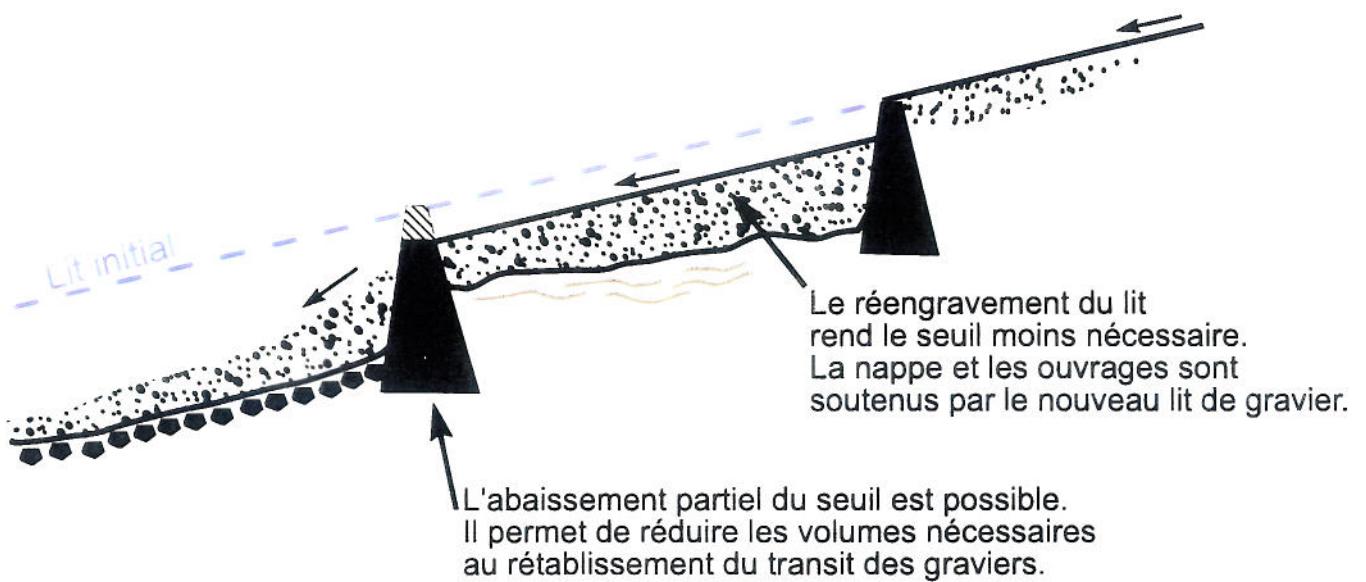
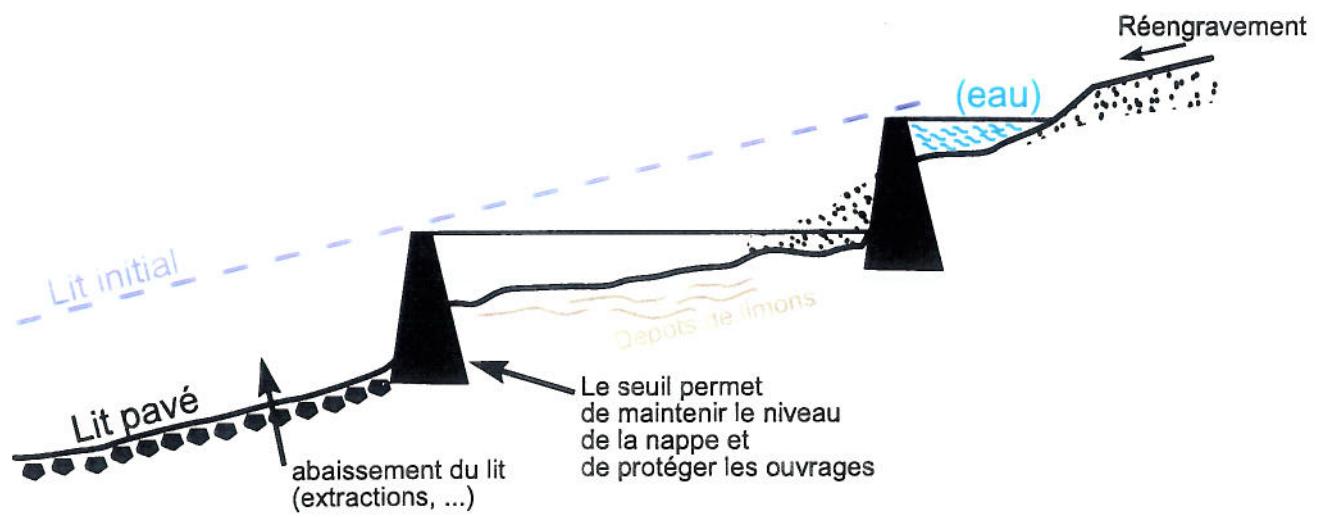
## Engravement entre seuil A et seuil B



## Engravement des souilles du Puy



# LE RÔLE ET LE DEVENIR DES SEUILS



		souille.
Seuil 6 (Villelaure/Le Puy)	Abaissement d'environ 1 m à long terme	Abaissement à long terme, après amorce de réengravement de la souille.
Seuil du Grand Isclon	Statu quo	Seuil destiné à disparaître sous les graviers lors du réalluvionnement de ce tronçon.
Seuil 66 (Avignon)	Statu quo	Seuil récent, qui assure la stabilité de la nappe d'Avignon.
Seuil 67 , 68 et CNR (Avignon)	Problématique liée aux limons, et non aux graviers (cf chapitre correspondant)	Réengravement pratiquement impossible.

## **2.2.4 LE TRANSIT DES GRAVIERS EN MOYENNE DURANCE**

L'analyse des conditions actuelles du transport solide en moyenne Durance a montré que les débits sont insuffisants pour reprendre tous les apports latéraux de la Bléone (lorsqu'ils seront rétablis) et de l'Asse. Il faut donc s'attendre à un alluvionnement du lit qui sera plus particulièrement perceptible au confluent de la Bléone, jusqu'aux Mées, et dans la traversée de Manosque.

La traversée d'Oraison et le secteur de Volx sont moins concernés, car ils sont destinés à connaître dans l'immédiat une érosion régressive.

Des curages d'entretien pourront donc être nécessaires pour éviter un exhaussement excessif du lit au droit des secteurs sensibles. Il convient cependant de rechercher des mesures compensatoires qui éviteront de recourir à de tels curages.

La majoration des débits à l'Escale réduira (avec une majoration 1,5 jour/an) ou supprimera (avec une majoration 6 jours/an) les besoins de curage au confluent de la Bléone et aux Mées, ainsi qu'à La Brillanne : dans le second cas, les exhaussements se limiteront à 1m au confluent de la Bléone et 0,30m aux Mées sans interventions dans le lit.

Le problème resterait en revanche inchangé à Manosque : le surcroît de débit liquide s'accompagnera d'un surcroît de débits solides. La continuité du transit sédimentaire à ce niveau implique un retour progressif du lit à un niveau proche de celui observé jusque vers 1960.

Les besoins en curage seront singulièrement réduits, du moins pour le prochain quart de siècle, si on accepte une réduction modérée (de l'ordre de 1m) de l'abaissement du lit à Manosque : même avec un abaissement du seuil de la Brillanne (qui favorisera les apports vers Manosque), les besoins de curage sont limités à 13000 m<sup>3</sup>/an à Manosque.

On peut même rechercher à éviter tout curage régulier : la remontée du lit pourrait atteindre alors 1.60 m au bout de 20 à 30 ans.

Ces options supposent des aménagements localisés pour compenser la perte de capacité due à la remontée du lit.

**Il apparaît ainsi que l'acceptation d'un réalluvionnement modéré aux Mées et à Manosque permettra de rétablir un bon transit sédimentaire tout en assurant la sécurité hydraulique par des aménagements localisés et des curages d'entretien selon les nécessités.**

## **2.2.5 LES AFFLUENTS**

Les propositions qui précèdent doivent conduire à adopter deux principes pour la gestion des affluents:

- les excédents annoncés sur la moyenne Durance **ne doivent pas justifier** à eux seuls une recherche d'une réduction des apports des affluents (la Bléone et l'Asse essentiellement) : la gestion des excédents sera toujours plus précise et mieux adaptée au droit des zones sensibles de la Durance que par anticipation sur les affluents. L'imprécision des outils de quantification doit nous conduire, par prudence, à préférer intervenir sur les excédents constatés que sur des excédents potentiels appréciés par le calcul.
- des curages mesurés sur les affluents justifiés par des considérations hydrauliques locales **ne sont pas incompatibles** avec la gestion envisagée de la Durance à condition qu'ils ne conduisent pas à une réduction notable des apports.

## **2.2.6 LA RECHARGE SEDIMENTAIRE PAR EROSION LATÉRALE**

La recharge sédimentaire par érosion latérale doit être envisagée dans les tronçons soumis à un déficit durable d'apports de graviers.

Quatre secteurs sont particulièrement concernés :

- Beaumont de Pertuis, à l'aval de la retenue de Cadarache, en attendant le rétablissement du transit au barrage,
- Pertuis, à l'aval des secteurs profondément abaissés de Jouques / Peyrolles,
- Villelaure/Cadenet à l'aval des souilles d'extraction du Puy-Sainte-Réparade,
- l'aval du pont de Mallemort, après les restitutions d'eau à Mallemort opérées pour la préservation de l'étang de Berre.

Deux niveaux d'intervention sont proposés.

Un premier niveau comprend des terrassements limités destinés à ménager des entailles dans la terrasse érodable, pour y favoriser la formation d'anses d'érosion. Les matériaux prélevés dans l'entaille seront disposés sur le lit vif en « traversins »<sup>2</sup>, levées de gravier (de 1 m à 1.5m de hauteur) obliques posées sur les bancs. Ces levées ne toucheront pas le bras en eau. Elles favoriseront la concentration des débits contre la terrasse à éroder pour les petites crues (de l'ordre de 500 à 1000 m<sup>3</sup>/s). Des crues plus fortes les emporteront.

Même si de fortes crues balaient ces levées sans franchement attaquer la terrasse, l'opération aura au moins permis la remise en mouvement des matériaux dégagés de l'entaille.

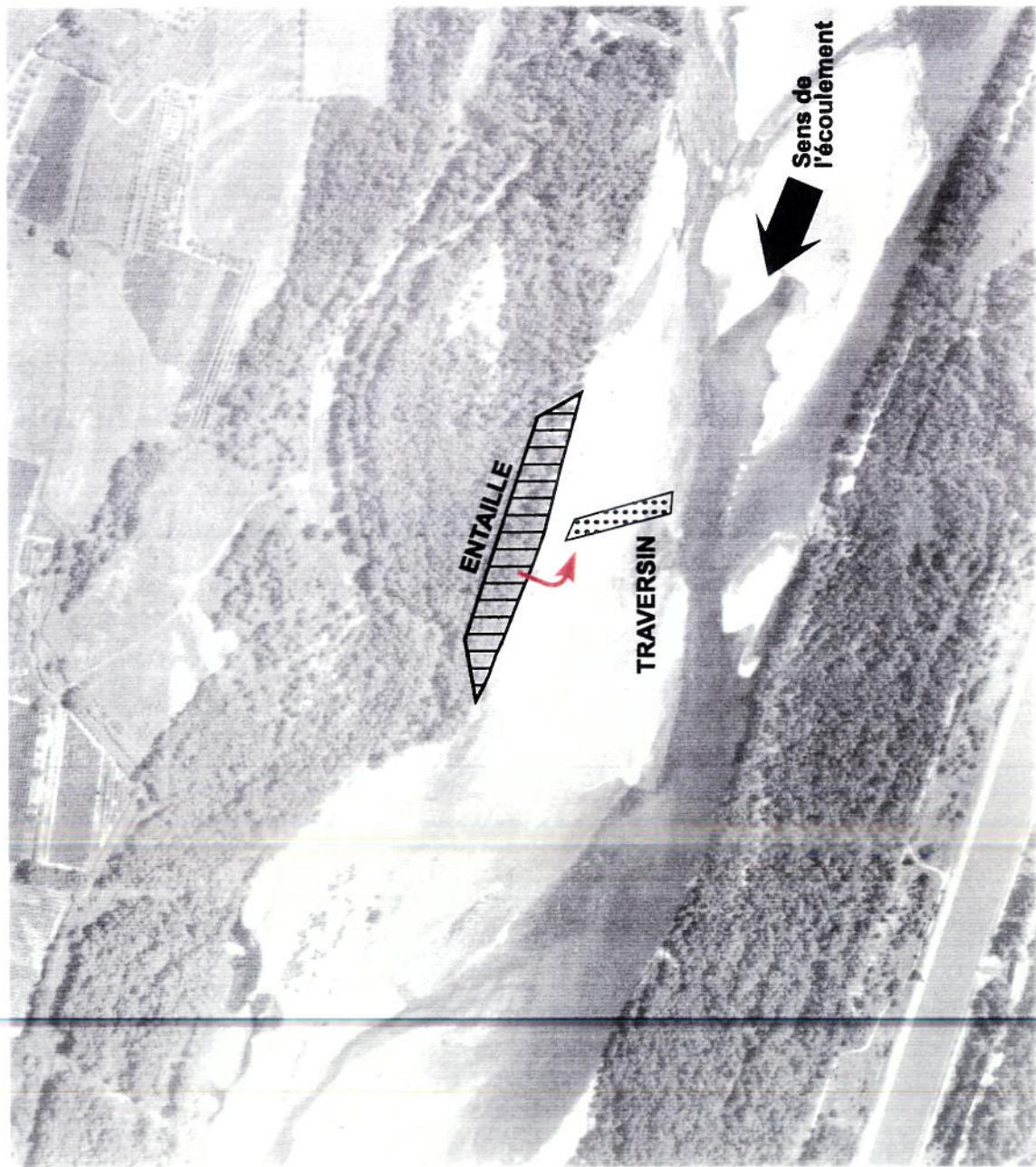
<sup>2</sup> Terme forgé pour les besoins de la présente étude, en hommage aux « coussins », dénomination locale des atterrissements de la Durance.

# LA RECHARGE SEDIMENTAIRE

---

## CONTEXTE

- Dépot séimentaire marqué
  - Lit actif trop étroit
- 1) La reprise des matériaux déposés dans le lit assure une recharge directe
  - 2) Le couple ENTAILLE+TRAVERSIN favorise une érosion de la terrasse par la Durance



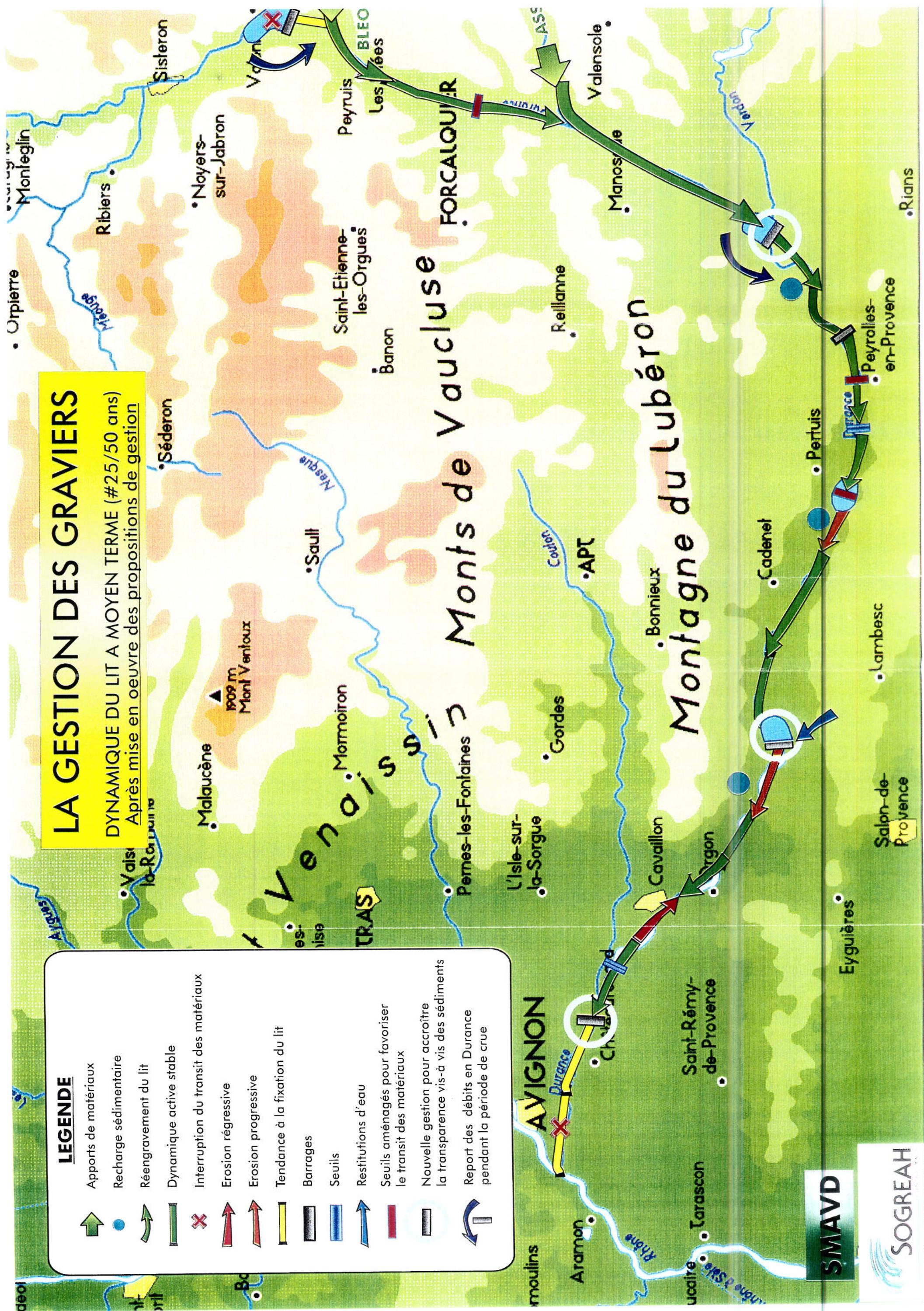
Le second niveau comprend une répétition plus régulière des terrassements. Il est particulièrement bien adapté lorsque le recul de la terrasse répond également à des nécessités hydrauliques. Les terrassements pourront être plus importants (et atteindre les ordres de grandeur de la capacité de transport actuelle de la Durance), mais seront menés toujours selon le même principe entaille / traversin. L'année suivante, l'opération sera renouvelée, sauf si l'érosion de la terrasse s'est spontanément engagée.

## LA GESTION DES GRAVIERS

DYNAMIQUE DU LIT A MOYEN TERME (#25/50 ans)  
Après mise en oeuvre des propositions de gestion

### LEGENDE

- ↑ Apports de matériaux
- Recharge sédimentaire
- Réengravement 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



## 2.3 BILAN DU PROGRAMME PROPOSE

<b>Tronçon</b>		<b>Evolution du lit en altitude attendue sur 25 ans</b>	<b>Evolution du style morphologique</b>
A1	Escale - Bléone	En amont, abaissement entravé par pavage En aval, exhaussement au confluent de la Bléone (+80 cm)	Lit de plus en plus figé
A2	Bléone - Ganagobie	L'exhaussement au confluent de la Bléone se fera légèrement ressentir jusqu'aux Mées (+30 cm). A l'aval, simple ajustement du profil.	Forte activité du lit, avec sans doute méandrement violent.
A3	Ganagobie - Asse	Effet d'abaissement du seuil de la Brillanne limité à 5 km. Remontée du lit entre le seuil et le pont de la Brillanne (+60 cm) Poursuite de la tendance à l'abaissement à l'aval de la Brillanne (érosion régressive depuis le confluent de l'Asse ; jusqu'à -50 cm).	Maintien, voire renforcement, du tressage assez actif actuel.
A4	Asse - amont Manosque	Poursuite de l'érosion régressive vers le confluent du Largue (-1 m). Engravement à l'aval (+1 m)	Poursuite d'une dynamique active, avec avancée vers l'amont des formes de méandrement.
A5	amont Manosque - Cadarache	Remontée du lit abaissé à Manosque (jusqu'à +160 cm). Reprise de dépôts à l'entrée de la retenue de Cadarache.	Retour à des formes plus actives de tressage ou de méandrement.
B1	Cadarache - seuil A	Secteur de recharge sédimentaire (20000 m <sup>3</sup> /an minimum). Exhaussement pouvant dépasser 2 m au pied du seuil de l'autoroute, s'atténuant vers l'aval. Lit stable dans le goulet de Mirabeau.	Développement de formes de tressage ou au moins de méandrement.
B2	seuil A - Meyrargues	Quelques sites de recharge sédimentaire (15000 m <sup>3</sup> /an) Remontée du lit pouvant atteindre 1m dans les secteurs les plus abaissés	idem
B3	Meyrargues - Le Puy	L'abaissement du seuil du canal de Marseille se répercute jusqu'aux affleurements rocheux à l'aval du seuil 106. La recharge sédimentaire à Pertuis (15000 m <sup>3</sup> /an minimum) permet de rétablir le transit à travers les souilles du Puy en 25 ans.	Retour progressif à des formes plus actives en amont du seuil de Pertuis. Avancée de langues de graviers dans les souilles aval.
B4	Le Puy - La Roque	Poursuite de la tendance à l'abaissement du lit atténuée par la recharge sédimentaire. Jusqu'à -80 cm. Remontée du lit au droit de la gravière capturée de La Roque.	Mobilité un peu accrue par l'accroissement du transit sédimentaire, mais demeurant sans doute assez faible.
B5	La Roque - Mallemort	Profil en long relativement stable	Dynamique modérée.
C1	Mallemort - Orgon	Recharge sédimentaire active (40000 m <sup>3</sup> /an). Poursuite de la tendance à l'abaissement du lit atténuée par la recharge sédimentaire. Jusqu'à -80 cm.	Mobilité sans doute soutenue par les opérations de recharge sédimentaire.
C2	Orgon - Cavaillon	Engravement à l'aval du pont d'Orgon (+80 cm localement). Poursuite d'une faible érosion régressive jusqu'en amont du pont de Cavaillon (-20 cm).	Mobilité demeurant sans doute réduite.
C3	Cavaillon - Bonpas	Poursuite de l'érosion régressive en amont du Coulon (-90cm localement). Réengravement du secteur du Grand Isclon (+80 cm sur le seuil), se propageant en aval (+60 cm au droit de Caumont).	Mobilité importante dans la zone d'érosion régressive (méandrement). Accroissement limité de la mobilité à l'aval du Grand Isclon (tressage peu actif).
C4	Bonpas - Cachade	Peu d'évolutions du profil en long.	Accroissement très modéré de la mobilité du lit.

C5	Cachade - Rhône	Les graviers ne devraient pas dépasser la souille 67 dans cette période. A l'aval, évolution dominée par la problématique des limons.	Evolution vers une morphologie de rivière de plaine.
----	-----------------	--	--

## 2.4 DEFINITION D'UN PROFIL EN LONG DE REFERENCE

**La définition d'un profil en long de référence répond à l'objectif d'encadrer les pratiques futures de gestion du lit,** notamment en matière de demande de curages.

Ce profil en long est défini à partir des évolutions prévues sur 25 ans.

Dans les secteurs destinés à se réalluvionner, il s'appuie sur le niveau du lit prévisible au terme de cette période, dans la mesure où le programme d'action a été conçu de façon à compenser tous les effets négatifs potentiels de ce réalluvionnement, notamment en matière de débordements.

Dans les secteurs qui devraient plutôt s'abaisser, l'évolution à terme est souvent plus délicate à prévoir en raison des effets de pavage du lit. Le profil de référence a été fixé d'une manière générale à 1 m au maximum sous l'étiage actuel.

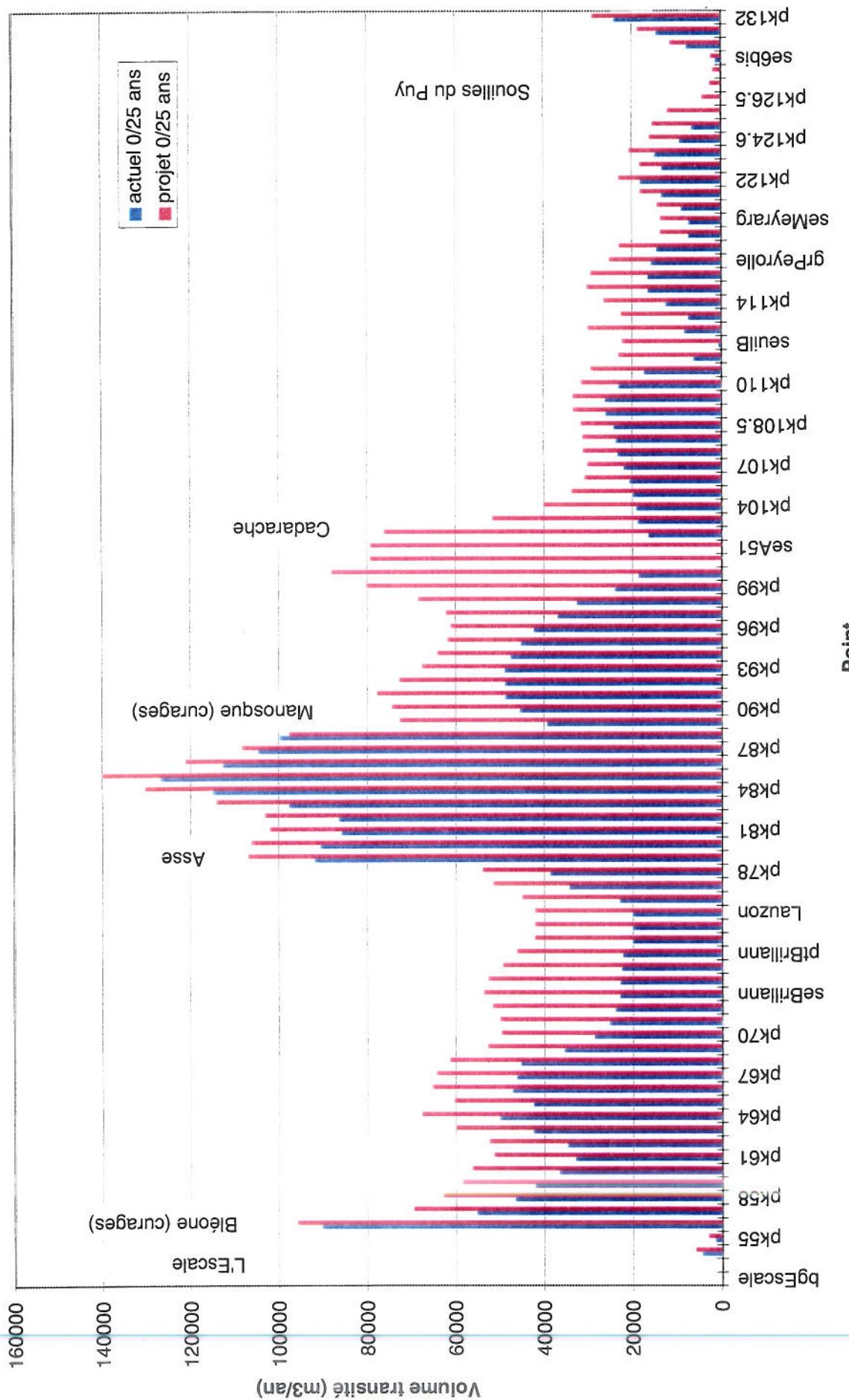
**Le profil en long de référence est reporté sur les planches de profil en long général.**

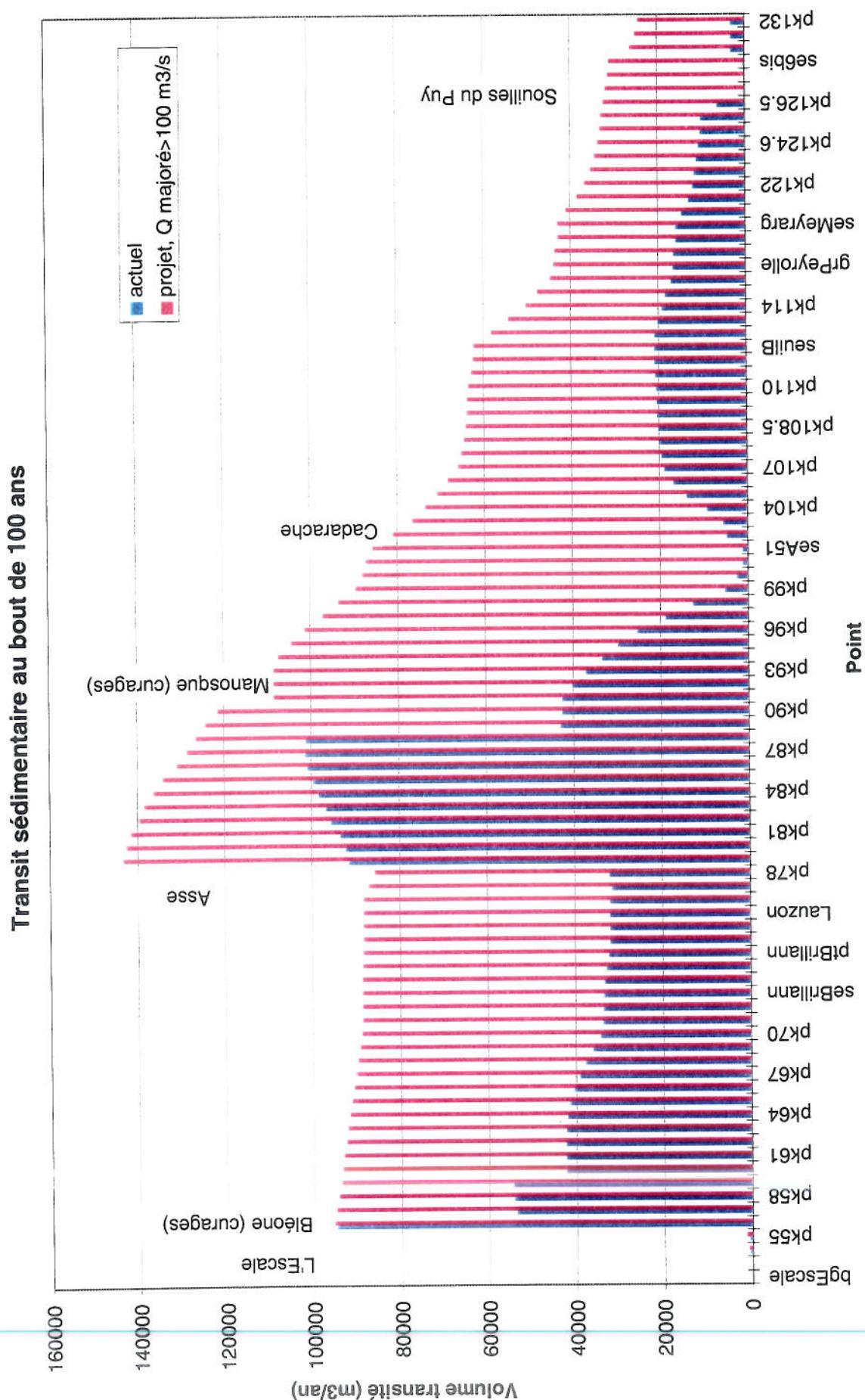
On considérera comme significatif des écarts au profil de référence de plus de 0.50 m sur 500 m de longueur.

Un dépassement significatif du profil de référence conduira à envisager des opérations ponctuelles de curage pour ramener le lit à sa cote de référence.

Un abaissement significatif sous le profil de référence conduira à envisager soit des mesures de recharge par décapage de terrasses latérales hautes, soit des actions de stabilisation (exceptionnellement seuil de stabilisation).

## Transit sédimentaire sur les 25 premières années





## 3 **LA GESTION DES LIMONS**

### **3.1 LES DONNEES DU PROBLEME**

#### **3.1.1 ESSAI DE BILAN VOLUMETRIQUE**

Les graphiques de la page suivante présentent un bilan plausible des transferts de limon aux différentes dates. Il a fallu ajuster les valeurs disparates disponibles pour les mettre en cohérence. Il ne peut donc s'agir que d'ordres de grandeurs.

En outre, il n'a pas été tenu compte des dépôts dans les marges alluviales du lit. Les principes d'essartement qui seront proposés (cf. chapitre 3) tendront à minimiser ces dépôts.

On notera que la simulation en 2005 tient compte d'un accroissement des volumes d'eau déversés à Cadarache : c'est ce qui explique qu'il n'apparaît pas de majoration des restitutions à Mallemort. Dans les prochaines années, les opérations de délimonage menées sans transparence à Cadarache conduiront à des volumes de limons rejétés supérieurs à Mallemort, et inférieurs à Pertuis.

#### **3.1.2 CONSEQUENCES**

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

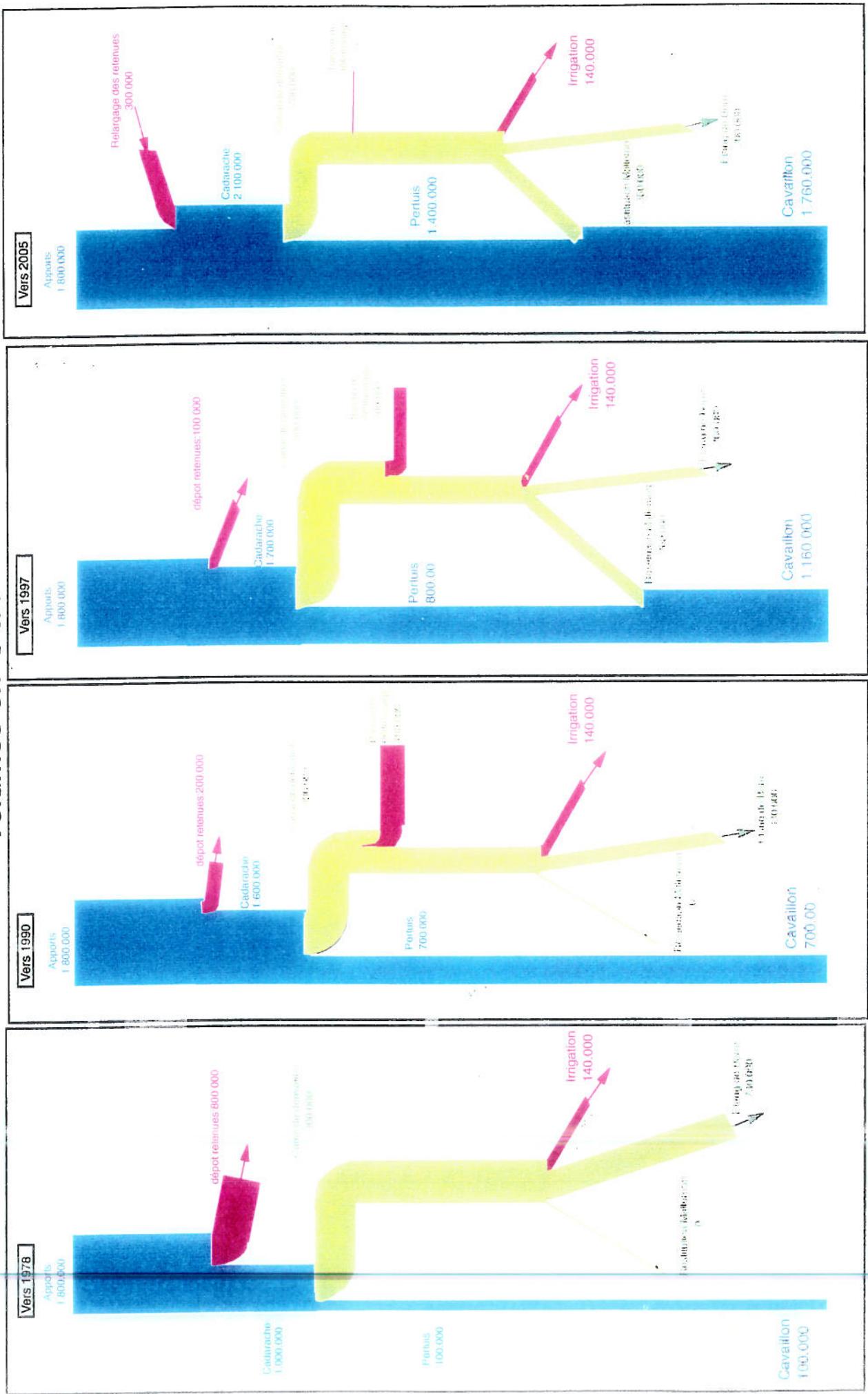
Cet accroissement des apports sera plus particulièrement sensible à l'aval de Mallemort (rejets pour limiter les apports à l'étang de Berre, et probablement arrivée des volumes déstockés dans le bassin de délimonage de Cadarache, véhiculés par le canal jusqu'à Mallemort).

Mais l'accroissement des apports de limons entre Cadarache et Mallemort sera également sensible dans la mesure où les débits liquides y resteront faibles.

Il semble que jusqu'à Caumont, l'activité du lit vif sera suffisante pour assurer le transit des limons sans dépôts dans ce lit vif. Les études menées par EDF annoncent en particulier une absence de dépôts dans le lit vif à l'aval de Mallemort même avec le délimonage de Cadarache. Ces estimations devront cependant être confrontées avec la réalité : en mars 1999, nous avons pu observer des dépôts de limons sur les bancs de gravier à l'aval immédiat de Mallemort au cœur du lit vif...

# Essai d'établissement d'un bilan des transferts de limon sur la moyenne et basse Durance

volumes en t/an



En revanche, 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 gravier 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 limon accélérera ce phénomène au point de réduire de manière inquiétante la capacité d'écoulement du lit.
- Le colmatage des souilles d'exactions s'amplifie actuellement avec les nouveaux régimes de restitution à Mallemort. L'accroissement prévisible des apports de limon 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.

## 3.2 LES MOYENS D'ACTION

### **3.2.1 MAITRISE DE L'EVOLUTION DES MARGES BOISEES**

Les marges boisées basses connaîtront à chaque crue débordante des dépôts de limon importants, qui favoriseront un exhaussement rapide de ces espaces.

Dans le fonctionnement naturel de la Durance, la divagation du lit permettait une érosion de ces espaces et donc une « remise des compteurs à zéro » à intervalles réguliers.

La Durance n'a plus aujourd'hui cette capacité de rajeunissement de ses marges boisées.

Il faut donc chercher à remobiliser les limons déposés en intégrant ces marges boisées au chenal actif : il s'agira d'inclure ces terrasses basses dans le chenal essarté à intervalle régulier, en déplaçant à chaque cycle d'essartement la bande essartée au sein des zones alluviales demeurées basses jusqu'ici.

### **3.2.2 GESTION DES RETENUES VIS-A-VIS DU TRANSIT DES LIMONS**

Les crues de 1994 ont mis en évidence le comportement contrasté des limons déposés dans les retenues selon leur degré de fixation.

Les limons encore meubles sous eau sont facilement remobilisés en crue.

En revanche, les bancs de limons consolidés et fixés par la végétation se sont avérés particulièrement résistants.

Les études menées par EDF sur la retenue de l'Escale semblent indiquer qu'une modification des consignes de gestion pour abaisser le plan d'eau en crue peut permettre d'éviter de nouveaux dépôts, mais ne suffira pas à assurer la reprise des dépôts consolidés.

### **Il faut donc rechercher des modes de gestion des retenues à ouvrages mobiles qui limitent au maximum de nouveaux dépôts.**

Sur les retenues de l'Escale et de Cadarache, EDF réfléchit actuellement au problème.

**Sur la retenue de Mallemort**, les consignes d'effacement actuelles à 500 m<sup>3</sup>/s assurent le transit des graviers. En revanche, elles n'ont pas empêché le dépôt de limons dans la queue de retenue, associé au développement d'îles boisées. Il serait donc intéressant d'envisager un effacement plus fréquent du barrage pour éviter le développement de ces dépôts, voire favoriser leur régression partielle. Cette transparence accrue paraît d'autant plus aisée à obtenir que la prise d'eau du barrage est aujourd'hui peu utilisée.

La problématique est similaire au **barrage de Bonpas**. Mais la marge de manœuvre est plus faible, la prise d'eau d'irrigation étant utilisée presque toute l'année (période de chômage limitée à moins d'un mois).

La qualité physicochimique des sédiments remobilisables devrait être suivie (cf. §1.3).

### **3.2.3 AMENAGEMENT DES SEUILS**

L'enlimonnement des souilles dans la traversée d'Avignon est préoccupant, car il peut déboucher rapidement sur une fixation des bancs par la végétation suivie d'un exhaussement rapide.

Des levés bathymétriques récents des souilles 67 et 68 montrent que la profondeur moyenne est comprise entre 2 et 4 mètres (sauf dans la partie amont de la souille 67, où les extractions viennent seulement de s'arrêter), avec des surfaces importantes où elle reste inférieure à 2 mètres. Or les extractions de matériaux avaient été menées à plus de 10 mètres de profondeur.

**Cet enlimonnement semble s'être accéléré récemment**, en liaison avec l'accroissement massif des apports. Les restitutions à Mallemort, où les rejets de limon sont associés à des débits relativement faibles, doivent favoriser les dépôts à ce niveau.

**L'exemple des seuils du Var est à cet égard éloquent** : ces seuils qui séparent des souilles profondes (extractions sur 6 à 8 mètres de profondeur) sont équipés de microcentrales qui turbinent l'eau sous la cote du seuil. Malgré cela, des bancs de limons se sont développés. La végétation qui s'y est rapidement développée a favorisé la poursuite du dépôt des limons. Aujourd'hui, on observe de véritables terrasses boisées, perchées de 1 à 2m au-dessus de la crête du seuil, que le Var est devenu incapable de reprendre bien que ses débits ne soient pas régulés. Le lit actif est réduit à 90m de largeur, contre 300 m initialement. La capacité d'écoulement des crues en est fortement réduite.

**Rien ne s'oppose sur la Durance à ce qu'on observe une évolution similaire**, maintenant que les apports de limons sont rétablis.

Les fortes crues peuvent reprendre les limons non fixés par la végétation, comme le prouvent les concentrations extrêmement fortes observées lors des crues de 1994 en aval des souilles (les eaux en sont devenues visqueuses). En revanche, elles n'ont guère d'effet sur les bancs fixés par la végétation, si ce n'est localement par élargissement du lit actif.

Les dépôts les plus importants doivent être observés d'une part lors des restitutions d'eaux très chargées, les vitesses dans les souilles restant insuffisantes pour assurer le transport des limons; d'autre part lors des crues faiblement débordantes sur les bancs végétalisés, qui doivent alors facilement piéger les limons.

**L'aménagement de passes mobiles dans les seuils** pourrait permettre de réduire cet enlimonnement, d'éviter au moins partiellement l'affleurement des bancs hors d'eau, et donc leur végétalisation et le piégeage des limons qui en résulte.

On envisagera des ouvrages mobiles, gérés à niveau constant, assurant le passage d'un débit de 200 m<sup>3</sup>/s (le débit maximum de restitution à Mallemort est de 250 m<sup>3</sup>/s) sous le niveau des plans d'eau à l'étiage.

En l'absence de ces ouvertures, si toute la largeur du seuil restait efficace, la lame d'eau à 200m<sup>3</sup>/s serait voisine de 0.50 m. Le gain à attendre peut paraître alors modeste. Mais la formation de bancs végétalisés à partir des berges réduira rapidement la largeur efficace du seuil dans cette gamme de débit, et le gain à attendre sur les niveaux amont devrait dépasser 1 mètre.

Le niveau de stabilisation du lit amont sera abaissé d'autant.

Ces aménagements sont possibles sur les seuils 67 et 68, où les chutes sont suffisantes.

Le seuil CNR (cote 16.2 NGF) est calé à peine plus haut que les cotes normales du Rhône dans la retenue de Valabregues. Les hauteurs d'eau à 200 m<sup>3</sup>/s sur le seuil atteignent là aussi 0.5 à 1 m. Un effacement partiel ou total du seuil permettra de favoriser le transit des limons dans le secteur de Courtine. La régulation du niveau par l'aménagement de Vallabregues rend inutile la mise en place d'une vanne mobile de tenue des niveaux d'étiage.

### **3.2.4 ENTRETIEN DES LITS FIGES**

Les lits peu mobiles que l'on rencontre à Pertuis et à l'aval de Caumont sont soumis à des processus de formation de bancs limoneux, qui peuvent lentement réduire la capacité du lit.

L'arasement de tels bancs représenterait des coûts d'entretien prohibitifs, d'autant que la proportion de plus en plus faible de graviers interdira toute valorisation.

Il faut donc s'orienter vers des modes d'entretien du lit qui empêchent ou du moins limitent grandement les dépôts de limons.

L'essartement du lit devra être accompagné systématiquement dans ces secteurs d'une scarification de la surface pour favoriser la remobilisation des sédiments.

# LA GESTION DES LIMONS

## Le constat Les propositions de gestion



## 4

# LA GESTION DE L'ESPACE ALLUVIAL

## 4.1 PROBLEMATIQUE ACTUELLE

- **La faible mobilité actuelle du lit** résulte de la faiblesse des débits liquides et du déficit des apports de gravier. Cette mobilité réduite favorise **un développement important de la végétation**, que seule la pratique des essartements permet de maîtriser.
- Sur la Durance, chaque lot est essarté périodiquement tous les 4 ans, suivant un chenal linéaire d'une largeur variant de 100 m à l'aval de Sisteron à 400 m à hauteur d'Avignon. L'essartement est aujourd'hui nécessaire pour assurer la sécurité hydraulique par le maintien d'un chenal d'écoulement des crues. Dans une certaine limite, cet entretien contribue à la préservation des espèces pionnières et des bancs de galets dénudés, par arrachage presque systématique de la végétation ligneuse.
- Toutefois, il a de fortes incidences négatives sur les aspects écologiques et paysagers, car il s'applique de manière répétitive aux mêmes surfaces et conduit à banaliser encore un peu plus la bande active. L'essartement a ainsi supprimé la quasi totalité des formations ligneuses au sein du lit vif, qu'il s'agisse des saulaies arbustives ou des îles boisées et a permis la propagation de la canne de Provence. L'essartement renforce également la tendance actuelle à une déconnexion entre le lit mineur et la ripisylve, qui s'exhausse inévitablement par piégeage des limons.
- Le caractère rectiligne et uniforme du chenal essarté contribue également à **l'homogénéité actuelle de l'habitat aquatique** durancien en limitant notamment la contribution de la ripisylve à la diversité du milieu. Avant aménagement, alors qu'elle n'était pas perchée, celle-ci prenait une place non négligeable dans cette hétérogénéité par les contacts eau-berge ainsi que, suite aux érosions latérales, par la production de bois morts (embâcles jouant le rôle d'abri).

Il faut noter que la mobilité des bancs et des atterrissements résulte principalement du glissement des bras vifs, et non de l'érosion superficielle du banc.

**La mobilité du lit sera donc accrue par l'accroissement des débits morphologiquement actifs et par un accroissement des apports de graviers, et non par la modification des pratiques de gestion de l'espace alluvial** : l'accroissement de la mobilité du lit par un tracé moins rectiligne du chenal essarté ne pourra jouer que de façon plus modeste.

## 4.2 OBJECTIFS

Suite à ce constat, des pistes de gestion proposant des modes plus variés de gestion de l'espace alluvial et des interventions dans le lit sont proposées ci-après. Elles tendent à répondre aux objectifs suivants :

- ❖ **maintenir la capacité d'écoulement des crues** : en intégrant dans la réflexion la problématique de protection contre les crues sur les secteurs "à risques", il s'agit non seulement de ne pas aggraver la situation mais au contraire lorsque cela est possible de **réduire les risques hydrauliques**. En pratique, la largeur utile du chenal essarté sera adaptée aux enjeux hydrauliques.
- ❖ **freiner l'exhaussement des bancs et des marges boisées** : un des problèmes majeurs de la dynamique actuelle de la Durance est l'exhaussement inéluctable des terrasses boisées par dépôt des limons. Cette tendance n'est plus suffisamment contrecarrée aujourd'hui par une érosion latérale spontanée de ces terrasses. Il convient donc de chercher à limiter cet exhaussement en introduisant à intervalle régulier les zones basses dans le chenal essarté, pour en éliminer ou y limiter les dépôts de sédiments fins.
- ❖ **favoriser une recharge sédimentaire en gravier sur les tronçons déficitaires** : lorsque le rétablissement des apports amont sur un tronçon n'est pas envisageable à court terme, on cherchera à favoriser un développement maîtrisé des érosions latérales de terrasses de gravier notamment dans les sections retrécies du lit.
- ❖ **redonner un paysage fluvial plus typique de la Durance**, en favorisant une plus grande diversité dans la géométrie du chenal essarté.
- ❖ **augmenter la capacité d'accueil de la faune sauvage dans le lit vif** liée tant aux bancs de galets qu'aux îles boisées.
- ❖ **favoriser les interactions entre les annexes latérales et le lit vif**, voire favoriser la création de nouvelles annexes.
- ❖ **aider au rajeunissement des ripisylves asséchées** (ripisylve à bois dur type Chênaie pubescente).
- ❖ **autoriser des stades de végétation variés dans le lit vif**, depuis les stades herbacés pionniers sur les bancs de galets jusqu'à la forêt en passant par les stades de végétation intermédiaires.
- ❖ **améliorer la qualité de l'habitat piscicole** en favorisant un contact efficace eau/boisement et une production de bois mort dans la bande active

## 4.3 ZONAGE DE L'ESPACE ALLUVIAL

La mise en place de pratiques alternatives de gestion de l'espace alluvial implique un zonage transversal, définissant précisément différentes enveloppes. Dans une perspective de gestion, ce zonage doit prendre en compte :

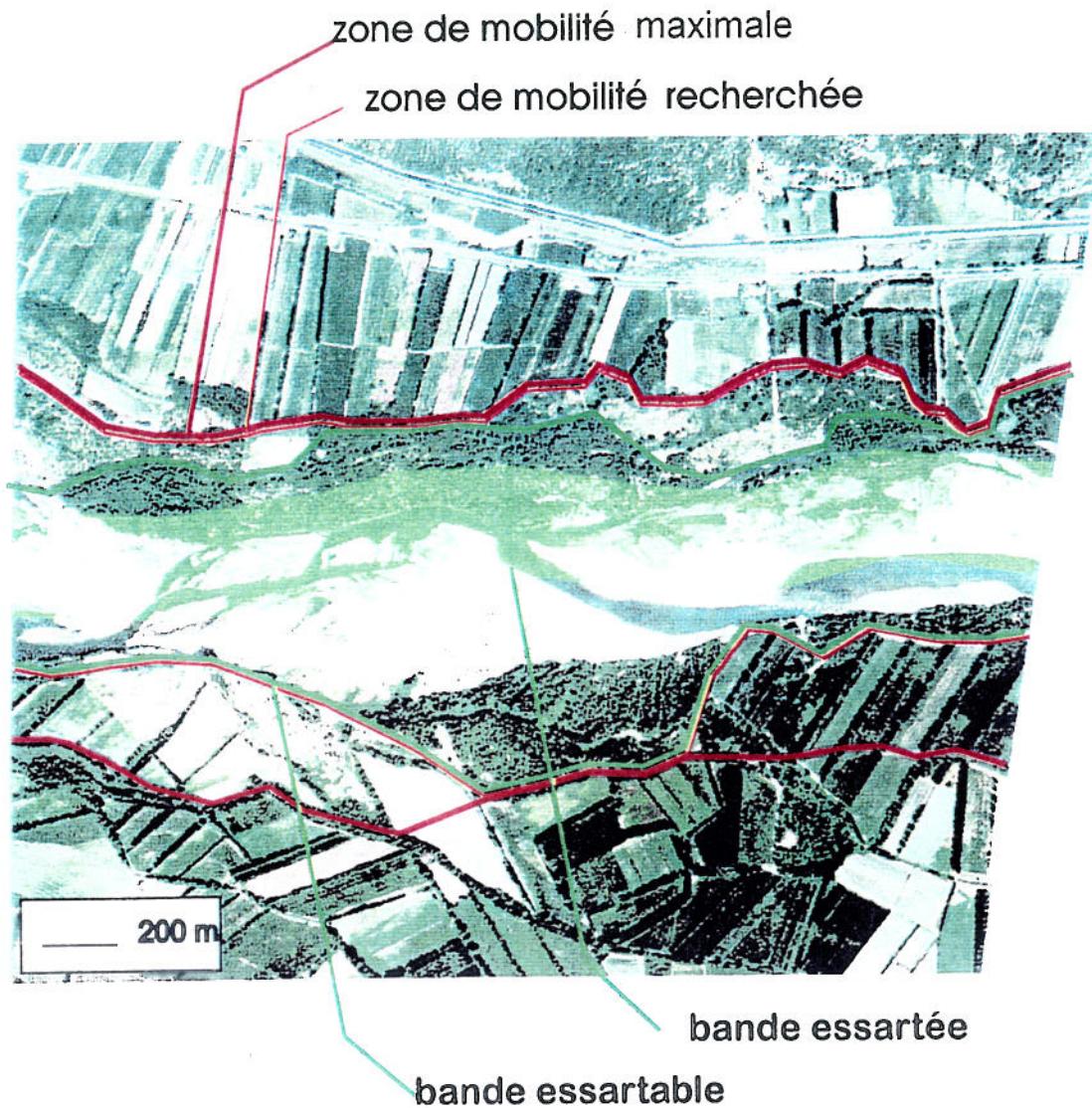
- d'une part, la hauteur relative des terrains : on distinguera les **zones basses** (lit vif et marge alluviale basse), sur lesquelles l'essartement de la végétation est utile pour l'écoulement des crues, et nécessaire pour éviter les dépôts de limon, et les **terrasses perchées** qui sont trop hautes pour être submergées par les crues moyennes, et qui ne pourront être remobilisées que par érosion latérale ou par des opérations de décapage très lourdes.
- d'autre part, l'espace au sein duquel les divagations de la Durance peuvent être acceptées par les riverains. En règle générale, on cherchera à épouser les contours des zones alluviales existantes. Mais des empiétements sur les terres agricoles pourront être envisagés lorsque ces terres sont particulièrement avancées sur la Durance, lorsqu'elles sont très basses ou lorsque leur protection est assurée par un ouvrage de défense que l'on souhaitera araser pour faciliter l'écoulement des crues.

On est ainsi conduit à définir les espaces suivants :

- **le chenal essarté** : c'est la partie du lit maintenue exempte de toute végétation pour assurer un bon écoulement des crues. Les contraintes hydrauliques imposent de disposer d'une largeur minimale continue, mais ne requièrent ni que cette bande essartée soit formée d'un seul chenal, ni que son tracé soit strictement rectiligne.
- **la bande essartable** : elle est constituée des terrains suffisamment bas pour qu'un essartement apporte un gain réel pour l'écoulement des crues et permette une reprise des limons qui auront pu se déposer. La bande essartable est donc ainsi l'espace au sein duquel peut être positionné le chenal essarté. Lorsque la bande essartable est plus large que la largeur hydraulique du chenal essarté, il sera possible de déplacer le chenal essarté d'une opération d'essartement à la suivante. Fixée par les contraintes topographiques, la bande essartable pourra s'élargir lentement au gré des érosions de terrasses hautes. Inversement, elle pourra se réduire si on laisse des secteurs s'exhausser par dépôt de limons sans jamais les essarter.
- **les îles boisées** : ce sont des îles au sein de la zone essartable qui sont conservées boisées sans n'être jamais essartées. Elles ne seront reprises que par la divagation normale des bras.
- **l'espace de mobilité recherchée** : c'est l'espace au sein duquel on souhaiterait voir la Durance divaguer à plus ou moins long terme. Il s'agit de l'espace de mobilité minimal nécessaire pour répondre aux objectifs tant écologiques que sédimentaires. Elle comprend la bande essartable et les terrasses hautes dont on favorisera la reprise par érosion latérale (voire par action mécanique).
- **l'espace de mobilité maximale** : c'est l'espace au sein duquel on acceptera les divagations latérales sans mettre en œuvre de travaux de protection contre les érosions. Il s'agit donc de la limite de la divagation acceptable d'un point de vue économique. On retrouve là la notion de « zone de divagation possible» promue par le Schéma d'aménagement hydraulique du SMAVD de 1991. Ainsi, quand le bras vif atteindra la limite de la zone de mobilité recherchée, on ne favorisera plus le recul des terrasses, mais on ne le bloquera pas. En revanche, un développement du bras vif au-delà de la zone de mobilité possible conduira à envisager des mesures de protection des terres contre l'érosion latérale.

L'implantation d'ouvrages discontinus de défense, tels que les épis, sera possible entre les limites des zones de mobilité recherchée et maximale, à condition que l'objet de ces ouvrages soit la protection des terrains situés en arrière de la zone de divagation maximale. Les ouvrages continus existants et conservés fixent la zone de divagation maximale.

## DE NOUVEAUX MODES DE GESTION DE L'ESPACE ALLUVIAL



DURANCE -Etude pour le compte du Syndicat Mixte  
d'Aménagement de la Vallée de la Durance  
- réalisation CESAME/ AQUALIS / SOGREAH - 1999

Parallèlement, cet élargissement du chenal permettra de laisser se développer des îles au sein du chenal.

Apparemment modeste, cette variante présente l'avantage de créer une certaine diversité dans le lit, d'aider - peut-être - à la divagation sans surcoût par rapport aux pratiques actuelles.

*Mode d'essartement minimal dans les secteurs à large zone de divagation possible, sans surcoût, mais qui ne permet guère d'éviter l'exhaussement par enlimonnement des terrasses boisées basses.*

#### C - OPTION « B1 » : CHENAL ESSARTE SIMPLE GLISSANT AU SEIN DE LA BANDE ESSARTABLE

Une fois défini le chenal essarté de manière linéaire (tel qu'il est actuellement), et les limites de la bande essartable, on déplace d'un cycle d'entretien sur l'autre la bande essartée au sein de la bande essartable.

Le cycle d'entretien reste identique au cycle actuel (rotation tous les quatre ans).

Tout comme pour l'option A1, le lit vif au sein du chenal essarté reste très homogène et peu diversifié. Les îles ne sont pas conservées du fait des sensibilités hydrauliques des tronçons concernés. En revanche, la végétation en marge des boisements est beaucoup plus hétérogène, puisque l'on peut obtenir des classes d'âge variées, et qu'en outre la surface gérée est beaucoup plus importante en raison du déplacement cyclique du chenal essarté. Contrairement aux options précédentes sans effet (option A1) ou avec effets possibles mais ponctuels (option A2) sur la mosaïque des habitats aquatiques, la mise en œuvre de ce type d'entretien ouvre des perspectives plus ambitieuses de diversification des habitats.

*Ce mode d'entretien sera appliqué préférentiellement dans les secteurs où la forte sensibilité aux débordements rendrait délicate l'acceptation d'îles et de sinuosités du chenal par les riverains, ou lorsque les ouvrages latéraux sont particulièrement sensibles à des attaques de bras vifs obliques.*

#### D - OPTION « B2 » : CHENAL ESSARTE MOBILE + CREATION D'ILES

À la différence de l'option B1, l'enveloppe de la zone essartée est plus large puisque des espaces végétalisés sont conservés volontairement au sein du chenal. La superficie des îles et la largeur essartée sont ajustées de manière à ne pas modifier la capacité d'écoulement de la rivière. Les **risques hydrauliques ne seront en aucun cas accentués**. Les objectifs visés sont les mêmes que ceux de l'option B1, auxquels il faut rajouter ceux liés à la présence de boisements au sein du lit vif (amélioration de l'habitat piscicole, diversification du paysage, et création de zones refuge pour l'avifaune).

La position des zones non essartées répondra aux attentes suivantes:

- ❖ créer des îles dans le lit vif à des fins écologiques (avifaune et poissons principalement) et paysagères; ces îles ont vocation à servir de refuge pour la faune terrestre et à être conservées sans essartement (vieillissement des boisements et déconnexion par exhaussement possible)

- ❖ préserver des bandes boisées rivulaires le long des bras en eau pour créer des abris et ombrager le chenal (largeur minimale 5-10 m); ces massifs (saulaies arbustives et jeunes peupliers) sont destinés à diversifier les habitats au contact de l'eau, à apporter une source régulière de matière organique (débris ligneux, insectes,...) et à diversifier le paysage ; ils pourront être détruits par la divagation des bras ou éventuellement arasés lorsqu'ils commencent à être déconnectés du cours d'eau (massifs éloignés des bras vifs, exhaussement)
- ❖ favoriser la diversité des faciès. C'est avec ce type d'intervention que la probabilité de contact eau-ripisylve sera la plus favorisée avec par conséquent les gains habitationnels les plus intéressants : contribution potentielle de différentes strates de la ripisylve (arbustes à branches déversantes, système racinaire des stades arborescents et arborés), fourniture de bois morts, mais aussi hétérogénéité physique induite par la création d'îles et la multiplication des bras vifs.

Les actions de ce type (potentiellement les plus bénéfiques) concerneront principalement les tronçons de Durance qui ont conservé une certaine mobilité du lit et qui sont déjà les plus intéressants au plan piscicole.

Ces actions seront d'autant plus efficaces au plan écologique qu'elles seront couplées à un rétablissement du transit sédimentaire et à une augmentation des débits coulant habituellement en Durance.

### **Modalités de mise en œuvre du mode B2**

Les terrasses basses seront incluses progressivement dans la bande essartée pour respecter les sensibilités écologiques de la ripisylve. Dans la majorité des cas, l'intégration se fera par bande de 30 à 50 m de large, en fonction de l'importance des marges boisées disponibles. Rappelons que le mode B2 s'applique préférentiellement aux lits bénéficiant d'un espace de divagation large à très large, et en bordure desquels la ripisylve atteint une largeur d'au moins 200 m.

Lorsque ces marges ont une largeur inférieure à 250 m (cumul sur les deux rives), leur intégration dans la bande essartée se fera très progressivement cycle après cycle par étape de 30 m essartés (cumul sur toute la largeur du lit vif). En contrepartie, il sera laissé systématiquement au sein du lit une largeur non essartée au moins équivalente à la bande de ripisylve essartée. Lorsque les conditions hydrauliques le permettent, la bande non essartée pourra même être plus large, pour favoriser la formation d'îles boisées plus importantes.

Lorsque les marges boisées ont une largeur supérieure à 250 m, leur intégration dans le chenal essarté se fera par bande de l'ordre de 50 m. En contrepartie, il sera laissé tout comme dans le cas précédent une bande non essartée au sein du lit vif d'une largeur au moins équivalente à 50 m. Ainsi, il sera possible d'obtenir plus rapidement de grandes îles boisées dans la Durance.

Les essartements proposés ne concernent que les terrasses basses, principalement occupées par des bois tendres, à croissance beaucoup plus rapide que les Chênaies occupant les terrasses hautes. On peut ainsi espérer obtenir là où les ligneux parviendront à se développer sur les zones non essartées, des arbres de hauts jets sur une période relativement courte (15 à 20 ans maximum). Pour mémoire, l'analyse par photo aérienne de la zone du Puy Ste Réparade avait permis de constater l'obtention d'une Populaie noire "adulte" partant d'un stade labile en moins de 15 ans...

Sur les secteurs où les marges boisées avoisinent les 200/250 m de large, leur intégration progressive par bande de 30 m dans le chenal essarté sera donc effective sur 6 à 8 cycles d'essartement environ (soit 24 à 32 ans).

Là où les marges boisées occupent une largeur cumulée supérieure à 250 m (largeur pouvant parfois même atteindre 800m), leur intégration dans le chenal essarté par bande de 50 m s'effectuera donc sur un minimum de 5 cycles d'essartement -maximum 16-, soit sur une période minimale de 20 ans (maximum 64 ans).

**Ces échéances permettront aux boisements ripicoles de se reconstituer progressivement sur les zones non essartées. Des stades arborescents pourront selon toute logique être obtenus dans le lit vif avant que la totalité de la ripisylve d'origine n'ait été incluse dans la bande essartée.**

Les largeurs de bandes ont été arbitrairement définies. Il n'existe en effet que très peu de données scientifiques permettant d'appréhender les largeurs minimales de boisements qu'il est souhaitable de préserver pour que les milieux restent attractifs pour la faune sauvage. Des valeurs de 30 à 50 m nous semblent toutefois représenter un bon compromis entre les contraintes à intégrer et les objectifs visés :

- intérêt d'obtenir des stades de végétation intermédiaires (de 0 à 15 ans), susceptibles soit d'être rajeunis périodiquement (par la Durance ou par essartement), soit de vieillir spontanément. Rappelons que ces stades se sont particulièrement raréfiés depuis les grands aménagements de la Durance, et qu'ils constituent un élément fort en terme de diversité des habitats et des espèces. Pour ces dernières, l'intérêt sera d'autant plus fort que la végétation pourra se développer dans le lit vif et donc jouer un rôle de zone refuge encore plus important. Il s'agira là également de contrebalancer la tendance actuelle de la Durance qui voit se développer une végétation ligneuse vieillissante et atypique des zones fluviales aux dépens des stades pionniers et intermédiaires.
- augmentation de la diversité paysagère du lit vif par la création d'îles boisées.
- nécessité d'inclure les terrasses basses dans la bande essartée à moyen terme, soit avant leur exhaussement et leur évolution irréversible en Chênaie. L'objectif est d'aider au renouvellement permanent des habitats propres au fonctionnement des milieux fluviaux.

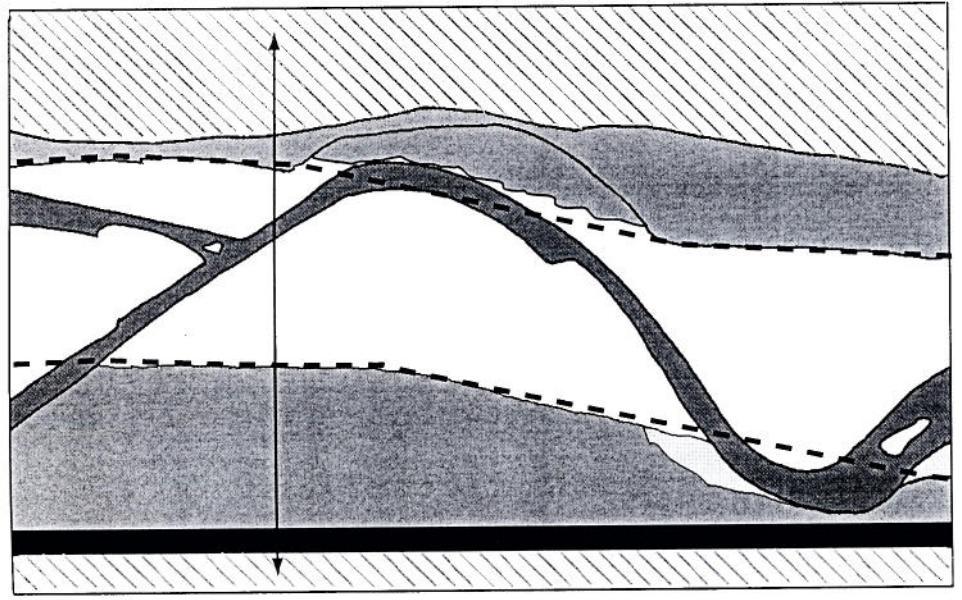
L'intégration de la ripisylve dans le chenal essarté par bandes trop étroites (ex : 10 ou 20 m) allongerait le temps d'entretien des terrasses basses sur un temps très long, et ne pourrait entraver un exhaussement rapide des bancs. De plus, la création d'îles boisées se ferait très lentement par bandes étroites, probablement moins attractives pour la faune sauvage. A contrario, des bandes trop larges risqueraient de menacer excessivement l'intérêt écologique des marges boisées, en les intégrant trop vite dans le chenal essarté sans qu'en compensation des boisements aient eu le temps de se régénérer sur les bandes non essartées.

Rappelons qu'en plus du rajeunissement périodique des marges boisées basses, il sera également conservé des îles boisées vieillissantes soustraites aux interventions d'essartement. De plus, les terrasses hautes ne sont pas incluses dans ce processus de gestion, **l'intérêt écologique lié aux boisements âgés ne sera donc pas restreint.**

- Ce nouveau mode d'essartement nécessite de prévoir des chantiers expérimentaux pour en mesurer toutes les conséquences. Dans ce but, en parallèle à la mise en œuvre progressive de ce

### OPTION A1 : Chenal essarté fixe - année n + 4

- - - Limite du chenal essarté (300m) - année n + 4
- ↔ Position du transect



Coupes transversales Option A1 - année n + 4 :



Avant essartement

- Pas de déplacement du chenal essarté.
- Arasement des flèes du lit vif. Seules se maintiennent les Saulaies à l'extérieur du chenal essarté.
- Boisement des anses d'érosion hors chenal essarté.

Sens d'écoulement

### OPTION A1 : Chenal essarté fixe - année n + 8

- - - Limite du chenal essarté (300m) - année n + 8
- ↔ Position du transect

Coupes transversales Option A1 - année n + 8 :



Juste avant essartement

Après essartement

- Chenal essarté homogène sans diversité
- Pas de rajeunissement de la ripisylve hormis zones d'érosion latérale ponctuelles
- Jamais de stade boisé d'âge supérieur à 4 ans (hormis ripisylve et anses non essartées)

### OPTION A1 : Chenal essarté fixe - année n + 8 :

### OPTION B1 : Chenal essarté mobile au sein de la bande essartable - année n + 8 :

- - - Limite du chenal essarté (300m) - année n+4
- - - Limite du chenal essartable (fixe)
- ■ ■ Limite de la zone de divagation acceptée
- ▲ ▲ ▲ Limite de la zone de divagation recherchée
- ↔ Position du transect

Coupes transversales Option B1 - année n + 8 :



Juste avant essartement



Après essartement



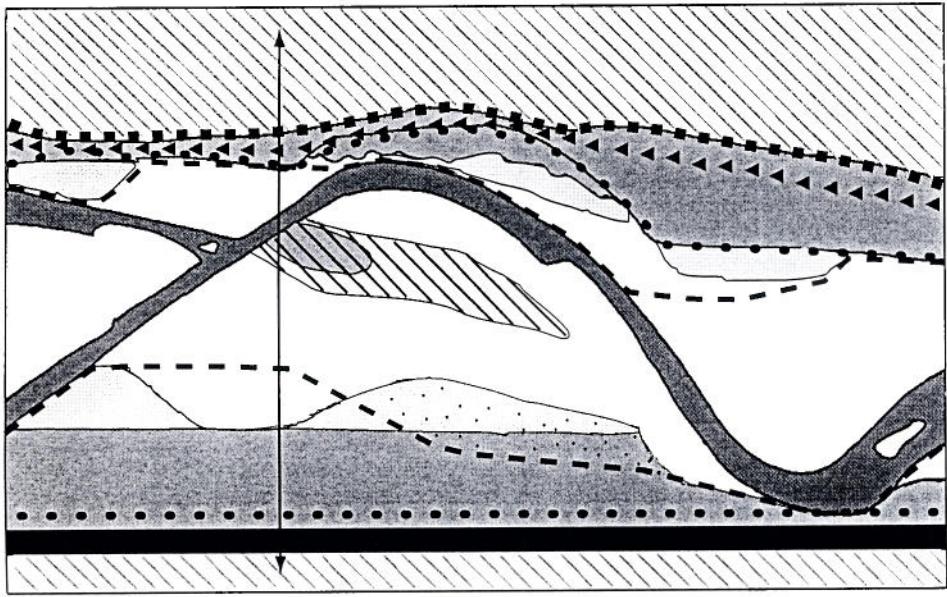
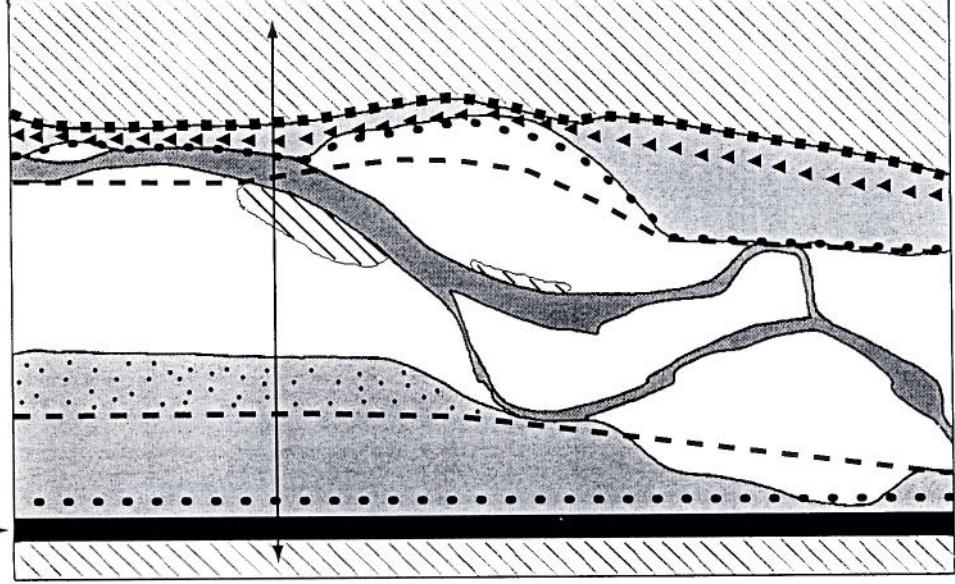
Chenal essarté déplacé

- Positionnement d'un chenal essartable "fixe"
- Rajeunissement de stades de végétation pionnière variés (4 à 8 ans)

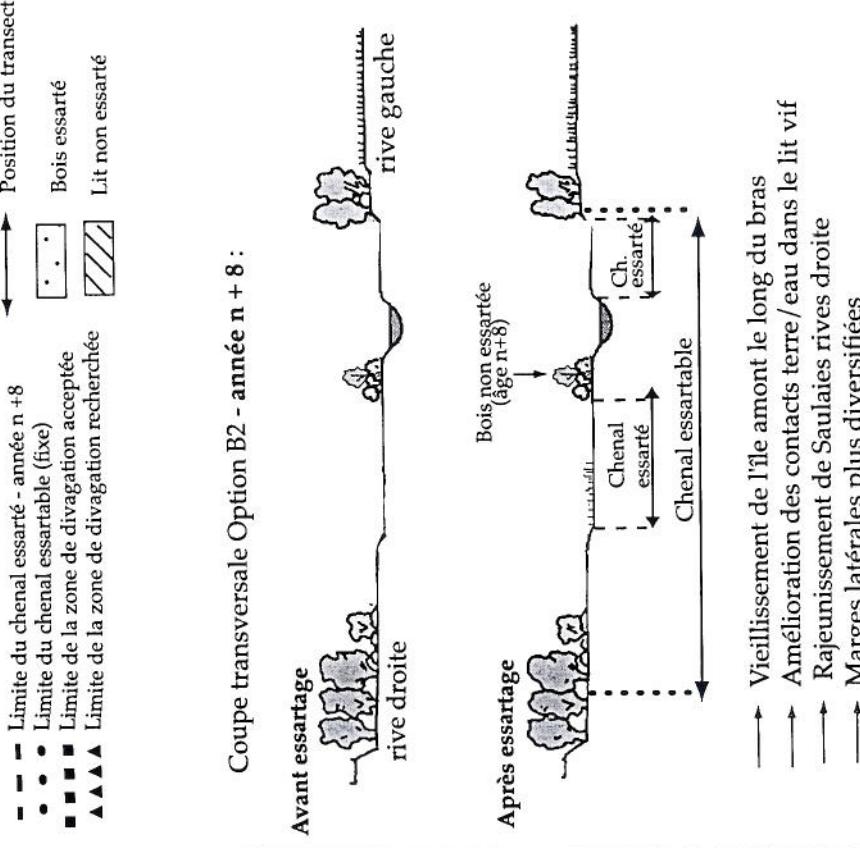
- Marges du lit vif plus diversifiées
- Large rajeunissement des boisements
- Obtention de stades de végétation pionnière variés (4 à 8 ans)

## Option B2 : Chenal essarté mobile + création d'îles / Exemple du secteur des Mées

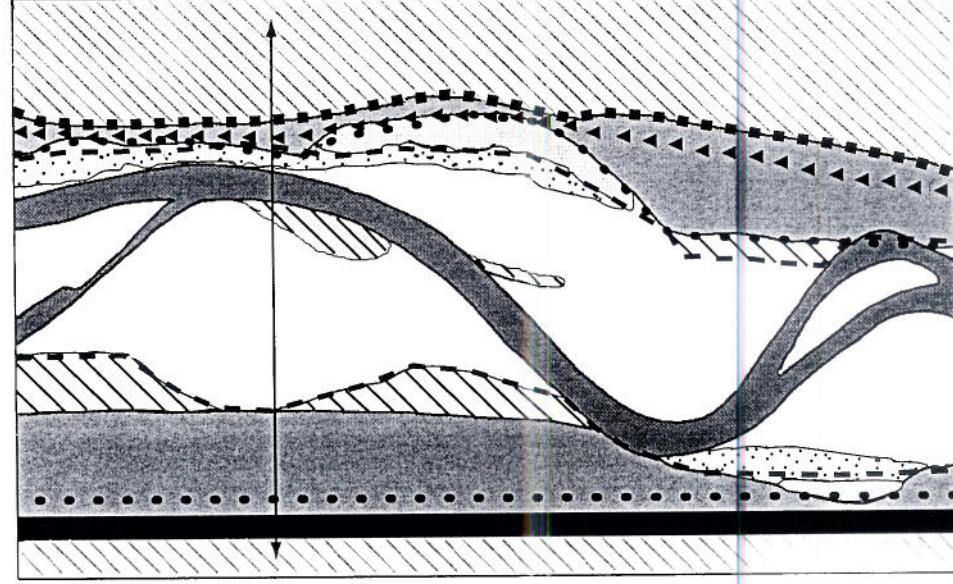
ANNÉE N



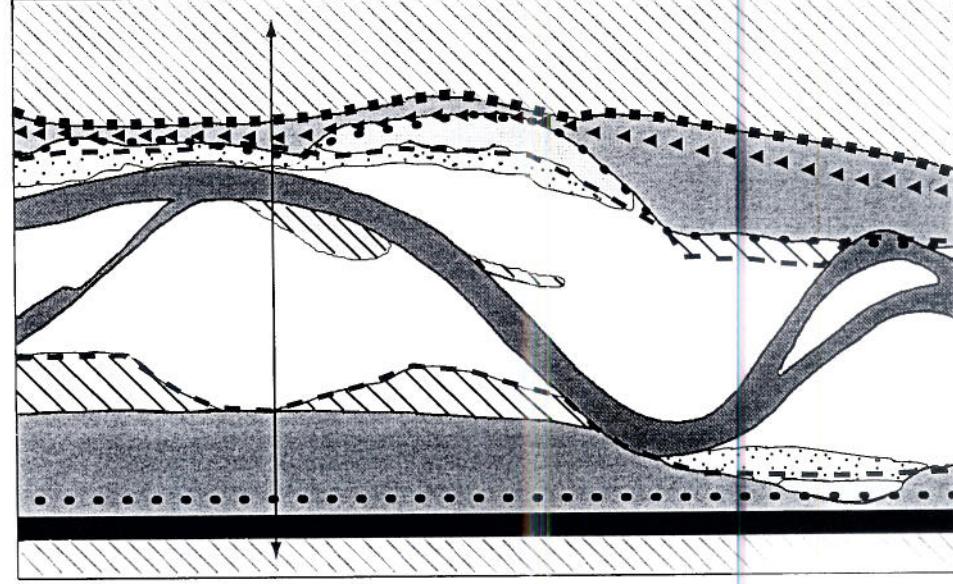
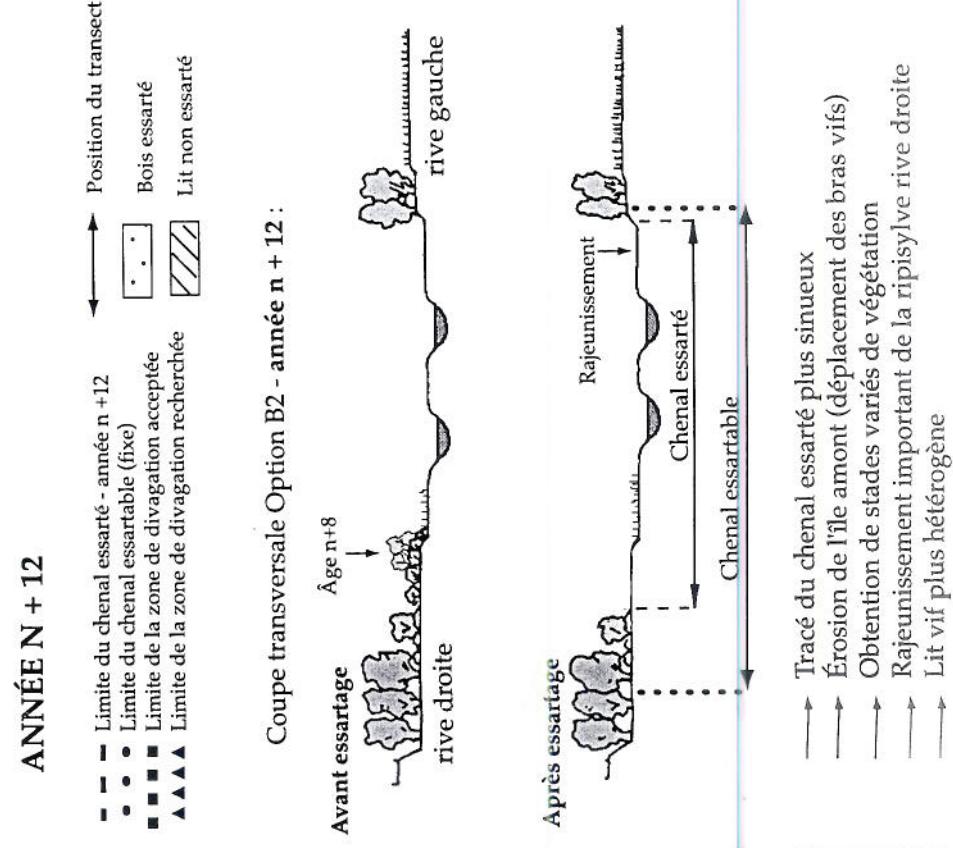
ANNÉE N+8



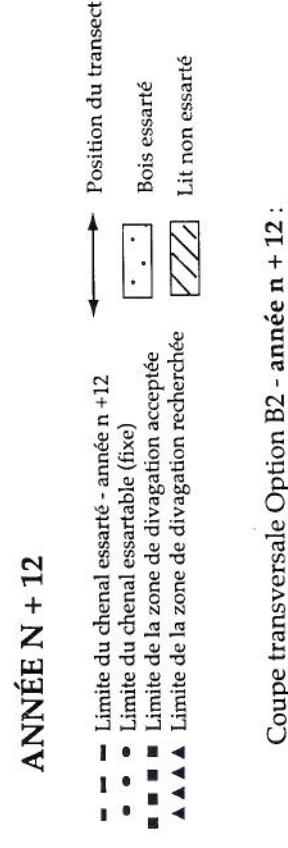
ANNÉE N + 4



ANNÉE N + 12

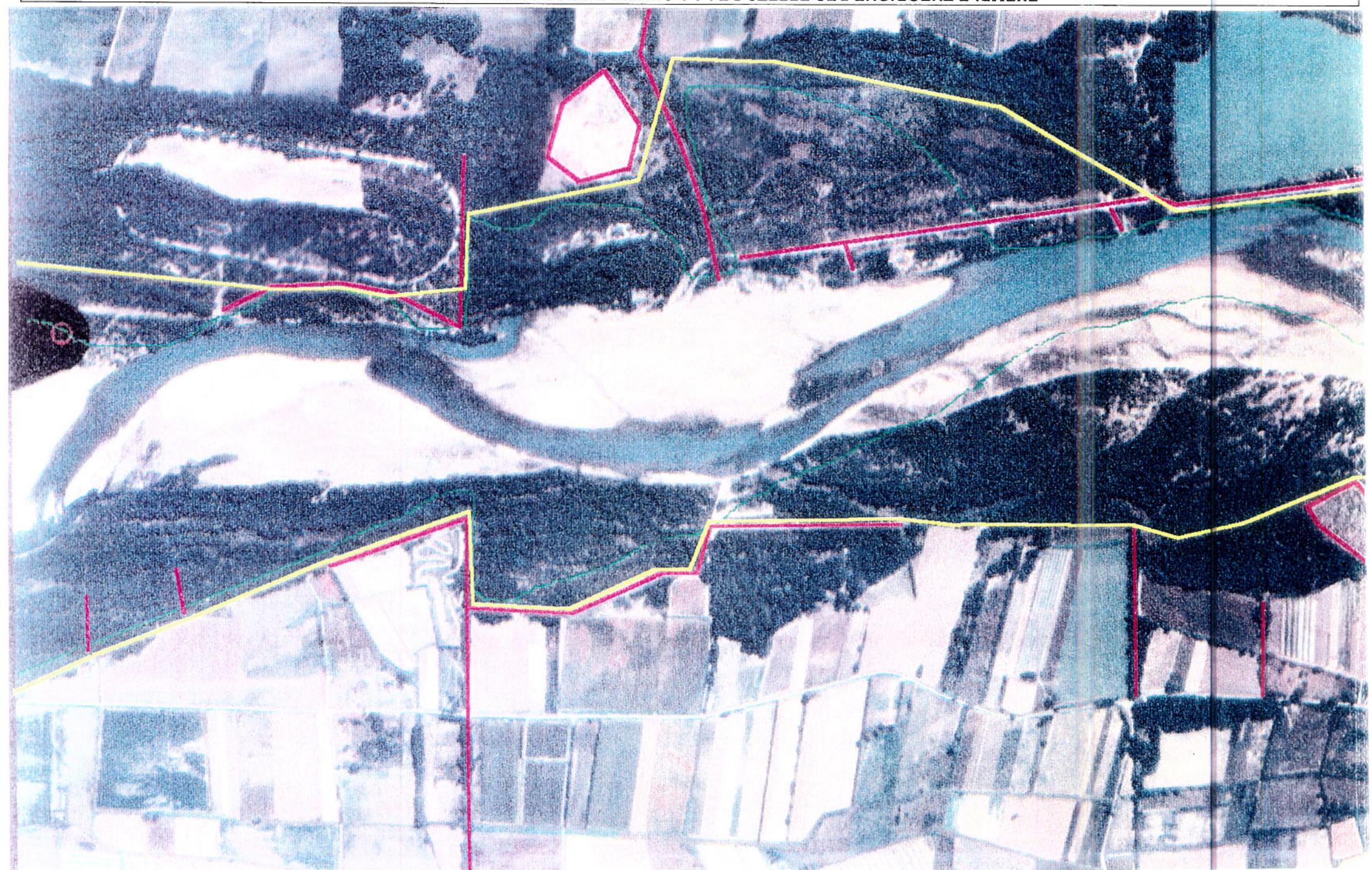
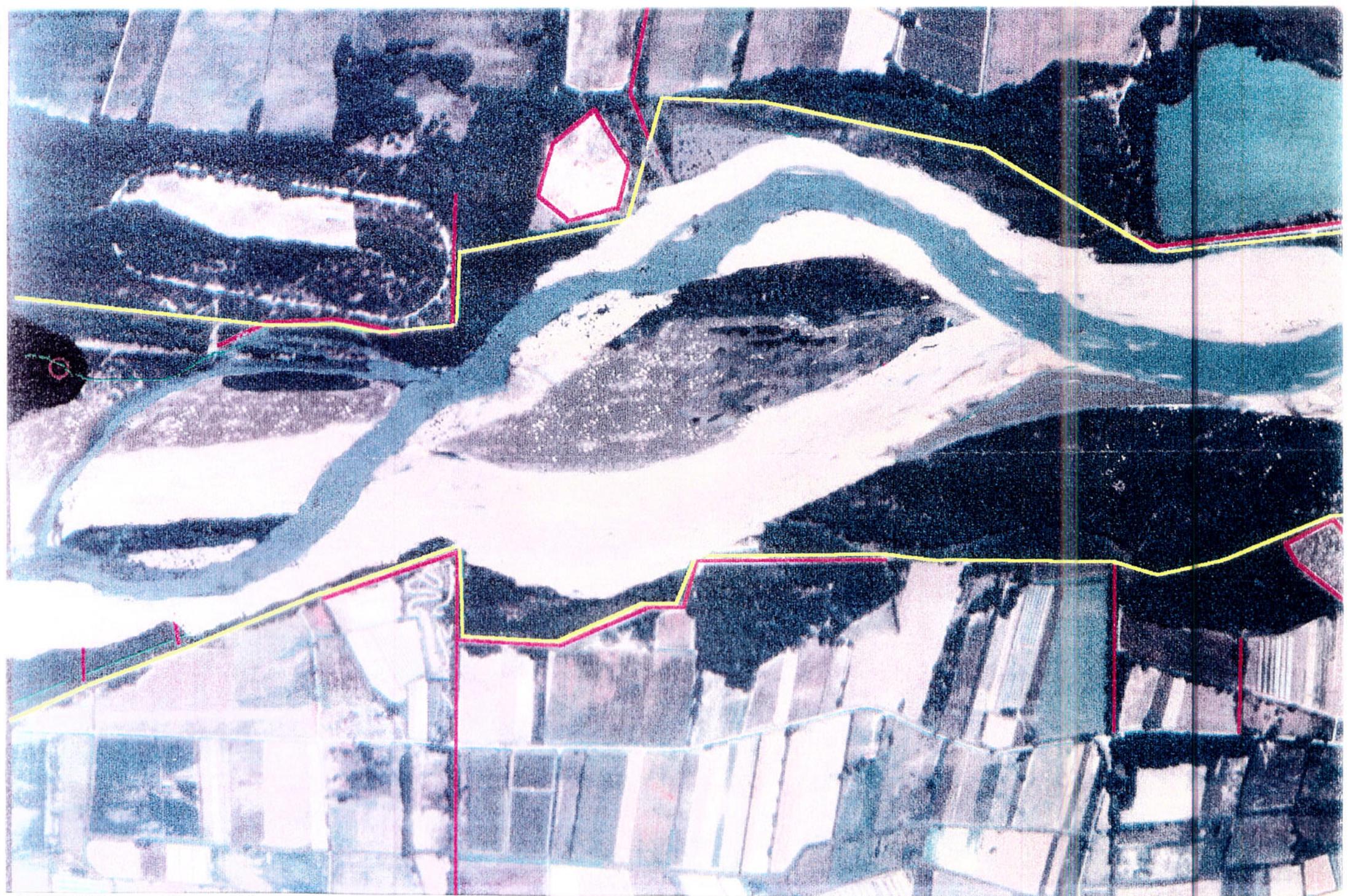


$$n+12:$$



### EXEMPLE THÉORIQUE DES EFFETS DE LA NOUVELLE GESTION DE L'ESSARTEMENT

En haut :	Etat actuel	Simulation après 20 ans
	<ul style="list-style-type: none"><li>- zone essarable (c'est à dire terrasses suffisamment basses pour que l'essartement soit efficace)</li><li>- espace de mobilité maximal</li><li>- digues et épis</li></ul>	



mode d'essartement sur une partie importante du linéaire, avec des largeurs de bois essartés de 30 à 50 m (voir plus haut), des sites expérimentaux sont proposés (secteur de la Brillanne, secteur de Mérindol/Cheval blanc) pour tester des déplacements plus rapides du chenal essarté au sein des marges boisées basses.

□ Par ailleurs, des précautions sont prévues vis à vis des zones agricoles et des sites naturels remarquables :

- - Lorsque la zone essartable est au contact de terres agricoles, une bande boisée d'au minimum 30 m de large sera conservée contre les cultures, pour limiter au mieux les pollutions diffuses d'une part, et respecter la continuité de boisements d'autre part (préservation du corridor pour la faune sauvage).
- - Les boisements abritant une flore et/ou une faune remarquable (ex : colonies d'Ardéidés, stations de plantes rares) ont été systématiquement exclus du chenal essartable. Ces zones exclues sont systématiquement reportées sur la carte au 1/20 000° des interventions, et font l'objet de préconisations particulières énoncées dans les fiches par tronçons. Les secteurs exclus de la bande essartable pour des raisons de sensibilité écologique ont été sélectionnés en fonction des résultats du diagnostic. Leur localisation devra donc être périodiquement réactualisée en fonction de l'évolution des sites.
- - Les lônes remarquables, présentant un intérêt pour la faune piscicole (intérêt existant ou potentiel), ou pour des espèces à enjeux comme le Castor sont également préservées des essartements. Elles font l'objet de mentions spécifiques dans les fiches tronçons. Les lônes à faible enjeu écologique, colmatées, et peu attractives pour la faune, ont été le plus souvent en revanche incluses dans le chenal essartable, ou font l'objet de préconisations particulières (entretien, voire réhabilitation).
- - Un levé faunistique et floristique rapide sera systématiquement réalisé sur les terrasses boisées basses avant d'entreprendre toute opération d'essartement, pour recadrer les sensibilités écologiques et vérifier l'absence de station d'espèce remarquable. Les dates d'interventions éviteront la période critique de Mars à mi-Juin durant laquelle la plupart des espèces animales sont en phase de reproduction.

## E - ENTRETIEN SELECTIF DE LA RIPISYLVE

L'essartement est la principale pratique d'entretien de la végétation sur la Durance. Les modifications proposées ci-avant dans la mise en œuvre de celui-ci permettront de réduire ses effets négatifs sur le paysage et l'écologie du cours d'eau et de lutter contre l'exhaussement des marges boisées. En dehors de l'essartement, la forêt alluviale actuelle (5000 ha environ) ne nécessite pas d'entretien particulier. Sa grande richesse écologique doit au contraire conduire à de grandes précautions dans toutes les actions pouvant conduire à la destructions d'habitats.

Toutefois des opérations ponctuelles d'entretien peuvent être menées en réponse à des problématiques locales.

Le SMAVD réalise ainsi depuis 1997 des opérations d'entretien de la ripisylve. Le programme, prévu sur 3 ans, couvre environ 200 ha entre les communes de Cheval blanc et Pertuis. Il répond à des objectifs de type :

- hydraulique, visant à maintenir un bon écoulement des eaux et à favoriser la stabilité des berges,
- forestier: limitation d'espèces envahissantes, amélioration de l'état sanitaire des peuplements, plantations, nettoyage de lône.
- paysager : entretien de sentiers.

Ce programme devrait être reconduit dans le cadre du schéma directeur, après recadrage des objectifs et des interventions. Certains aménagements sont en effet déjà prévus dans le schéma (gestion des lônes, maintien de la capacité d'écoulement des eaux...), d'autres peuvent se révéler localement contradictoires avec les préconisations dégagées dans cette étude (favoriser la stabilité des berges sur des tronçons déficitaires en matériaux, entretien de boisements sur des secteurs voués à évoluer spontanément...). Ainsi, les objectifs devront être adaptés aux orientations générales de gestion lors de la reconduite du programme :

- ❖ hydraulique : actions limitées aux secteurs sensibles : l'éclaircie sélective à l'aide de techniques douces (abattages ou débroussaillages sélectifs) doit alors permettre de limiter les opérations plus radicales (terrassement - défrichement)
- ❖ milieux naturels : interventions axées sur la lutte contre les espèces indésirables. Éventuellement plantation en bordure de terres agricoles pour rétablir un corridor de boisement.
- ❖ paysage : maintien d'un paysage de qualité, notamment au niveau des accès à la rivière et le long des sentiers.

## 4.5 MODALITES D'ENTRETIEN DES LITS FIGES

Les modes d'actions proposés sont les suivants :

- arasement de bancs sur les secteurs les plus colmatés et exhaussés, avec utilisation de moyens lourds (décapage au bulldozer) : mais ces interventions devront être limitées en raison de leur coût et de la difficulté de stockage des limons ainsi dégagés.
- modifications des pratiques d'essartement : l'enlèvement de la végétation devra être associé à des opérations de scarification ou de charruage pour favoriser la remise en mouvement des limons.

## 4.6 MODALITES D'ENTRETIEN DES SECTEURS ENLIMONNES

### 4.6.1 LE SECTEUR DE COURTINE

Il y a peu, la roselière de Courtine était considérée comme un des sites les plus riches de Durance pour l'avifaune. On recensait ainsi nombre d'espèces nicheuses remarquables : Rouserolles effarvate et turdoïde, Blongios nain, Butor étoilé, Marouette ponctuée, Boursarle de Cetti, Cisticole des joncs,

Héron pourpré, Busard des roseaux et enfin Lusciniole à moustache (la Durance étant le seul site continental de France où cette espèce est nicheuse).

En raison de l'exhaussement très important des bancs, ces roselières sont aujourd'hui déconnectées du plan d'eau en étiage. Il s'ensuit un assèchement provoquant le dépérissement progressif des roseaux et menaçant par contrecoup l'attrait avifaunistique du site. L'exhaussement des bancs rend également caduc le rôle de frayères et de nurseries potentielles que ces roselières pouvaient jouer pour les poissons d'eau calme.

En 1998, la CNR a entrepris des opérations de fauchage des roseaux en raison de la sensibilité hydraulique du secteur, afin d'améliorer l'écoulement des eaux en crue. **Le site de Courtine a donc perdu aujourd'hui une grande partie de son intérêt écologique, et ce malgré une bonne reprise des roseaux dès 1999.** Toutefois, les bancs étant toujours là, **les potentialités subsistent** tant sur le plan avifaunistique que piscicole. Des opérations de réhabilitation permettraient de retrouver rapidement l'intérêt écologique du site. Une reconnexion des roselières autoriserait non seulement le retour des espèces remarquables d'oiseaux d'eau, mais favoriserait également les populations piscicoles.

Différentes options de réhabilitation et de gestion du site sont ainsi proposées en intégrant au mieux les contraintes existantes, notamment la forte sensibilité hydraulique du site et les apports croissants des limons dans les années à venir. La proposition de réhabilitation par arasements rotatifs de bancs, envisagée dans le précédent rapport, est aujourd'hui restreinte à quelques hectares (15 % de la surface concernées), en raison des coûts de trop importants et du problème de stockage des matériaux dégagés.

3 opérations sont retenues :

### **Gestion du secteur de Courtine en liaison avec l'évolution des souilles 67 et 68**

Le colmatage rapide des souilles 67 et 68 devrait progressivement compenser la perte des roselières à court terme (avant 10 ans). Les bancs nouvellement formés seront sensiblement au même niveau que l'eau, ce qui permettra d'obtenir des roselières connectées, et donc pleinement fonctionnelles. Par ailleurs, la construction et l'exploitation de passes mobiles devrait limiter à moyen terme l'exhaussement des bancs comme cela s'est produit à Courtine. On pourrait donc espérer une durée de vie plus longue des roselières des souilles 67 et 68.

### **Abaissement du seuil CNR de Courtine.**

L'abaissement du seuil de Courtine permet seul d'enrayer l'exhaussement de ce secteur par dépôt des limons. Les bancs existants ne seront pas rabaisés à la suite de la suppression du seuil, mais les érosions latérales provoqueront un rajeunissement des terrasses (de telles érosions sont déjà observables aujourd'hui ponctuellement). Cette érosion des bancs dégagera un espace de développement pour de nouveaux milieux humides à une altitude plus basse, mieux connectés avec la rivière. Il faut rappeler en effet que la crête du seuil se situe à peine au-dessus (20 cm environ) du plan d'eau normal de la retenue de Vallabregues : l'abaissement du seuil réduira les niveaux d'écoulement pour des débits de 100 à 200 m<sup>3</sup>/s, favorisant la reprise des dépôts limoneux, mais ne changera pas sensiblement les niveaux d'étiage dans le secteur de Courtine.

## **Abaissements de bancs.**

Une surface de 4 ha est proposée pour être réhabilitée. Cela représente environ 15 % à peine des bancs, et permettrait de tester l'efficacité à long terme d'une telle mesure, en liaison avec les autres aménagements proposés (abaissement du seuil), tout en tenant compte des contraintes économiques. Les arasements porteront sur des bancs exhaussés de moins d'un mètre (moindre problème de stockage des limons, coûts réduits), et viseront à ramener les bancs au niveau d'étiage.

Un entretien par fauche sera nécessaire sur ces 4 ha probablement tous les 6 ans (fréquence à ajuster en fonction de l'évolution du site). Le charruage pourra être autorisé si nécessaire pour aider à la reprise des limons. En revanche, tout entretien à grande échelle, type fauche rase sur l'ensemble des bancs, est à éviter dans la mesure où la sécurité hydraulique est assurée sur ce secteur. De même, les "entretiens" par utilisation d'herbicides sont bien évidemment à proscrire.

### **4.6.2 LE CAS DES RETENUES HYDROELECTRIQUES**

Le problème d'enlimonement des barrages est crucial pour les trois retenues de Sisteron, l'Escale et Cadarache. Ces limons accumulés forment actuellement une vase cohésive extrêmement dure, très difficilement remobilisable lors des crues. De plus, le développement des roselières sur les marges accentue la fixation des limons et contribue à concentrer la rivière dans un couloir central. Enfin, outre les problèmes techniques et économiques posés par l'efficacité réduite des barrages, l'enlimonement des retenues provoque des perturbations hydrauliques en cas de crue (handicap pour le passage des crues, augmentation des risques de débordement sur les zones riveraines), y compris sur le Verdon à l'entrée de Cadarache.

D'un point de vue strictement écologique, l'évolution spontanée des roselières tendra inévitablement vers des stades plus secs, avec disparition progressive des roseaux, ainsi qu'on peut l'observer sur Courtine. Il serait donc également souhaitable de prévenir la disparition de ces zones humides.

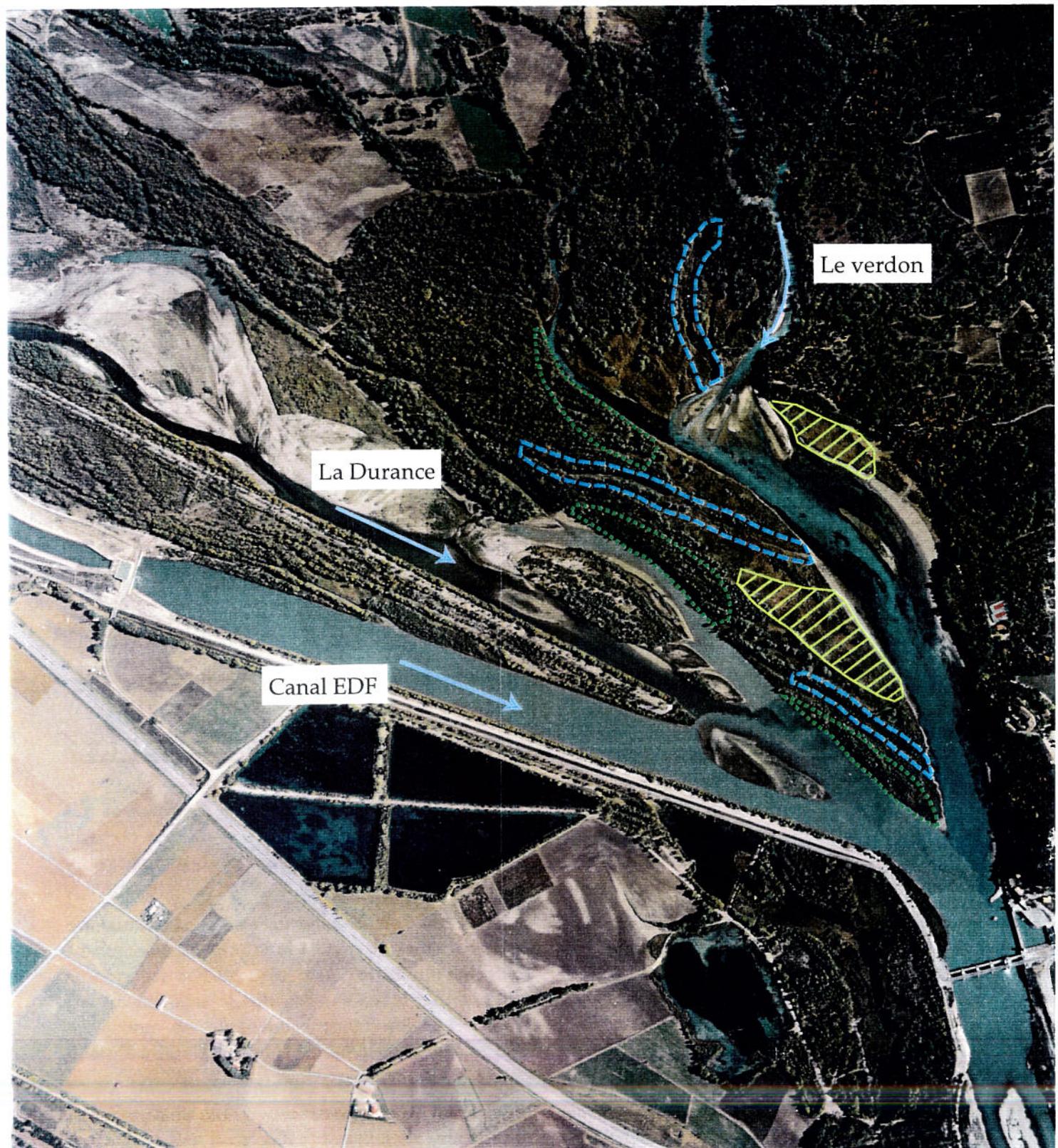
L'objectif visé est de coupler le maintien des roselières avec un délimonage des retenues. Pour que les deux soient compatibles, il sera nécessaire d'accepter, d'une part de remettre en eau une partie de la zone enlimonée, et par conséquent de perdre une partie des roselières, et d'autre part de conserver une partie des zones boisées et en roselières. Par ailleurs, cela implique sur ces secteurs de mettre en place des processus d'entretien répétitifs à longue échéance (de l'ordre d'une fois tous les 10 ans par exemple).

Les éventuels décapages de bancs enlimonnés devront être conçus pour ménager des zones basses connectées seulement par l'aval avec les chenaux où transitent des limons : cela permettra de réduire la vitesse de réenlimonement de ces secteurs abaissés.

Il est cependant rappelé que si le traitement de l'enlimonement des retenues se révèle écologiquement positif au niveau des plans d'eau eux-mêmes, un colmatage des substrats est envisageable à l'aval. Par ailleurs, la qualité physicochimique des sédiments remobilisables devrait utilement être suivie.

Dans la mesure du possible, les opérations lourdes de décolmatage (avec décapage mécanique des terrasses) ne devraient s'appliquer que sur une seule retenue à la fois, de manière à permettre à l'avifaune de se reporter sur les autres sites de nidification le temps des travaux. Les dates d'intervention devront impérativement respecter la période de reproduction des espèces sensibles (oiseaux d'eau, Castor, poissons), en évitant donc les périodes de mars à fin juin (ou du 15 février

## EXEMPLE DE POSSIBILITÉ D'AMÉNAGEMENT : LA RETENUE DE CADARACHE



Arasement de bancs



Essartage



Création de chenaux

## **4.8.2 LES ROSELIERES**

Les roselières étant par nature des formations végétales à dynamique rapide, elles tendent spontanément à évoluer vers des stades plus complexes à ligneux, et finissent naturellement par disparaître. Bien qu'elles se soient considérablement étendues depuis 40 ans, notamment au niveau des anciennes souilles d'extraction et des retenues hydroélectriques, elles ne représentent qu'un très faible pourcentage de la zone alluviale (moins de 3%). Leur existence suffit pourtant à expliquer l'apparition de nouveaux enjeux écologiques sur la Durance, liés essentiellement à la présence d'espèces palustres rares à très rares sur le plan national à européen, auxquels on peut rajouter des enjeux d'ordre paysager et dans une moindre mesure des enjeux floristiques.

Le devenir de cette richesse est entièrement lié au maintien des roselières, donc au renouvellement cyclique de la formation. Or ce renouvellement périodique ne peut pas être assuré par le fonctionnement actuel de la Durance. Leur développement a été lié à la création artificielle de plans d'eaux en Durance dont l'alluvionnement est inéluctable.

Deux optiques de gestion peuvent être envisagées. Soit l'on accepte l'évolution spontanée des roselières, et donc par contrecoup la disparition inéluctable des enjeux écologiques et paysagers qui leur sont liés. Soit on décide d'intervenir pour les entretenir afin de préserver les enjeux. Notons que les roselières, de part l'importance écologique des habitats qu'elles procurent, font l'objet d'une gestion spécifique sur la plupart des grands plans d'eau.

☞ Le choix entre ces deux modes de gestion doit être fait en appréhendant l'ensemble du linéaire de Durance (axe de migration), mais aussi en fonction des caractéristiques de chaque site, et des faisabilités techniques et financières.

Si l'intérêt de ces formations végétales est indéniable, notamment pour l'avifaune, il est moins évident au plan piscicole. Deux cas de figures doivent être différenciés :

- celui des roselières, généralement peu étendues, se développant au niveau d'annexes latérales correspondant à la lente régression d'anciens bras du lit vif ;
- et celui des roselières se développant en bordure ou en queue des plans d'eau artificiels (retenues E.D.F., souilles, amont des seuils et gravières du lit majeur proche).

Dans le premier cas, les développements végétaux n'apportent rien aux espèces à dominante rhéophile (aimant le courant) peuplant le lit actif. Atypiques, ils ne représentent pas pour autant un danger ou une gêne pour les poissons. La volonté de les préserver ou de les éliminer sera donc déterminée par d'autres critères de choix que les critères piscicoles.

Dans le deuxième cas, la création des plans d'eau a autorisé l'implantation simultanée de roselières et d'espèces de poissons limnophiles (aimant les eaux calmes) dont l'accomplissement du cycle vital peut nécessiter ou être favorisé par la présence de ce type de ceintures végétales. Des interventions visant à maintenir ces formations seront donc bénéfiques pour le peuplement piscicole en place. Individualisation nette d'un chenal d'écoulement - ou d'une zone centrale - dont la capacité est maintenue au cours du temps, réhabilitation localisée de la roselière par terrassement, création de chenaux ou de « clairières » communiquant par l'aval, ... en sont les maîtres mots.

**D'une manière générale, nous proposons donc de limiter les interventions d'entretien aux quelques sites présentant des enjeux majeurs. Sur la plus grande partie du linéaire de Durance en revanche, on acceptera l'évolution naturelle.**

Cette évolution pourra néanmoins être orientée en utilisant les autres modalités de gestion traitées dans ce document (modification de l'essartement et gestion des annexes latérales notamment).

#### **4.8.3 LES PELOUSES SECHEES**

Les pelouses sèches de Château-Arnoux et Vinon-sur-Verdon sont situées totalement à l'écart de la zone alluviale, et ont un fonctionnement complètement indépendant. Leur gestion sort donc quelque peu du cadre du schéma directeur de Durance. Toutefois, en raison des forts enjeux faunistiques et floristiques existants, des principes de gestion sont énoncés ici. En ce qui concerne la zone de Château-Arnoux, nous proposons un statu quo, dans la mesure où on ne note pas d'évolution notable de la surface concernée depuis 1958. En revanche, une actualisation périodique des données ornithologiques est nécessaire pour évaluer régulièrement l'état des populations fréquentant la zone. Il est proposé également à titre de précaution la mise en place d'un APB sur ce secteur.

En ce qui concerne l'aérodrome de Vinon sur Verdon, la problématique est différente car ce secteur a perdu environ 30 % de sa surface en 40 ans (soit un peu plus de 35 ha). Cette perte est entièrement liée à une extension des terres cultivées sur les pelouses. Il serait aujourd'hui souhaitable de récupérer la surface perdue et ceci pour deux raisons :

- enjeu avifaunistique majeur : présence d'Outarde canepetière, Busard cendré, Caille des blés, Alouettes calandre et calandrelle...

- fort potentiel floristique : pelouse à faciès xérique, végétation éparses sur galets typique des milieux craviers, très fort contraste avec les milieux environnants. Deux types de mesures peuvent être proposés : l'acquisition des terrains ou la mise en place d'une convention de gestion avec les agriculteurs concernés. Dans les deux cas, une réhabilitation du site sera probablement nécessaire pour retrouver une physionomie de pelouse sèche. Une fauche tardive annuelle des repousses avec exportation des matériaux, réalisée durant les deux ou trois premières années, serait favorable aux pelouses.

#### **4.8.4 LES ANNEXES LATERALES**

##### A - SITUATION ACTUELLE ET MARGE DE MANOEUVRE

- Contrairement aux roselières, les annexes latérales faisaient partie du paysage durancien originel ; elles étaient la conséquence d'un fonctionnement hydrodynamique actif aujourd'hui largement amoindri. Inexistantes de façon pérenne au centre du lit vif suite à la fréquence du renouvellement du tracé en plan et du remodelage des fonds, leur développement correspondait à l'abandon, la plupart du temps incomplet (maintien d'une ou de plusieurs connexions avec les bras principaux) d'anciens bras actifs excentrés.

Ces annexes latérales étaient le siège d'un développement notable de la ripisylve ; alimentées par la Durance elle même, par la nappe ou par la collecte de thalwegs latéraux, elles se caractérisaient donc, contrairement aux mortes, noues, reculées ou autres lônes fréquemment rencontrées au niveau des grands cours d'eau de plaine à lit méandriforme, par l'existence de courants permanents et par un réchauffement estival limité. Au plan piscicole, elles intéressaient donc les espèces rhéophiles qui y trouvaient des eaux plus fraîches en été, un refuge contre les crues, des zones de nourrissage pour les jeunes stades et probablement, pour certaines d'entre elles, des frayères de type salmonicoles.

L'analyse cartographique a montré une nette évolution des annexes latérales sur 40 ans. En 1958, le nombre de bras secondaires en eau courante connectés à la fois par l'amont et par l'aval était beaucoup plus important. Parmi ces bras, ceux qui ont subsisté n'offrent le plus souvent qu'une connexion provisoire par l'aval, voire sont complètement isolés du lit vif. Par ailleurs les zones de transition milieu terrestre/milieu aquatique ont fortement évolué. En basse Durance, le linéaire de contact eau/bois a par exemple diminué de 38 %, alors qu'il a augmenté de 40 % en moyenne Durance mais a été reporté du lit principal sur des zones de confluence, avec un intérêt moindre pour le poisson car lié aux possibilités de connexion avec le bras principal.

Ces annexes ont donc fortement régressé depuis l'aménagement hydroélectrique de la Durance et, compte tenu de la faiblesse des débits transitant généralement dans le lit vif d'une part et de l'accroissement prévisible dans les années à venir des charges de limons transportées, elles sont condamnées à disparaître à plus ou moins court terme, sauf pour certaines d'entre elles bénéficiant d'une alimentation en eau indépendante de la Durance. Mais même si ces «reliques» de la Durance non aménagée ont perdu de leur fonctionnalité originelle, elles méritent au plan hydroécologique de bénéficier de mesures de conservation comme autant de points singuliers dans la vaste homogénéité du lit actif actuel et ceci d'autant plus qu'elles sont fort peu connues et justifieraient la mise en œuvre d'un programme d'études spécifique (diagnostic fonctionnel, dont les éléments pourront servir de guide et de référence temporelle en cas de réhabilitation).

Les modalités de formation et d'évolution d'une annexe restent peu prévisibles en raison d'un certain nombre de paramètres difficilement quantifiables : impact de la végétation aquatique et rivulaire sur le colmatage du bras, nature précise des différentes sources d'alimentation (nappe, rivière, rejets d'irrigation), vitesse et importance de l'enlimonnement, connexion amont/aval, permanence ou non de la connexion etc. Les possibilités et l'intérêt de recréer de nouvelles annexes semblent donc assez limités. En effet, outre le fait que rien ne garantisse le succès d'une telle entreprise, les facteurs limitants débit et température risquent d'aboutir à la création d'une eau quasiment stagnante fortement réchauffée en été, accompagnée éventuellement d'un développement exubérant d'algues. De tels milieux annexes ne présenteraient alors aucun intérêt ni pour la faune pisciaire rhéophile du lit actif, ni pour les espèces limnophiles éventuellement présentes dans les zones calmes.

Il paraît donc souhaitable de ne pas provoquer volontairement ce genre de situation et de se contenter de suivre l'évolution du lit actif et d'éventuellement intervenir pour favoriser le maintien des annexes les plus remarquables en particulier par des apports de débit complémentaire (Cf. ci-après).

Il serait par ailleurs tout à fait illusoire d'entamer des opérations de restauration qui n'assurerait pas le fonctionnement hydrologique nécessaire tant à la pérennité de l'annexe qu'à son originalité.

## B - MODALITES D'INTERVENTION

Compte tenu de la sensibilité écologique probable de ces milieux, les interventions visant à la réhabilitation et/ou à la conservation des annexes devront être légères et se limiter à la restauration d'un écoulement régulier susceptible à lui seul d'éviter les phénomènes d'enlimonnement ou d'envasement, voire d'éliminer ces matériaux lorsqu'ils sont en excès. Pour les éléments non mobilisables par le courant (sédiments épais et/ou compactés, bancs fixés entraînant un cloisonnement longitudinal, «bouchon aval»), des opérations de dégagement mécanique pourront être envisagées. Mais la réhabilitation d'une annexe dépendra surtout des possibilités d'alimentation en eau. Cinq possibilités sont théoriquement envisageables, dans la mesure, bien sûr, où il existe une proximité géographique suffisante entre source d'alimentation et amont de l'annexe :

- I. établir ou rétablir une connexion avec la Durance,
- II. établir ou rétablir une connexion avec un affluent,
- III. utiliser les débits excédentaires des canaux agricoles de restitution agricole,
- IV. utiliser une partie du débit transitant par le canal E.D.F.,
- V. favoriser les apports par la nappe.

La première solution présente le double inconvénient d'apporter de l'eau réchauffée et potentiellement chargée en limons. La seconde peut également amener les mêmes éléments défavorables relativement à la pérennité de l'annexe et/ou de son intérêt, notamment vis à vis de la charge en limons.

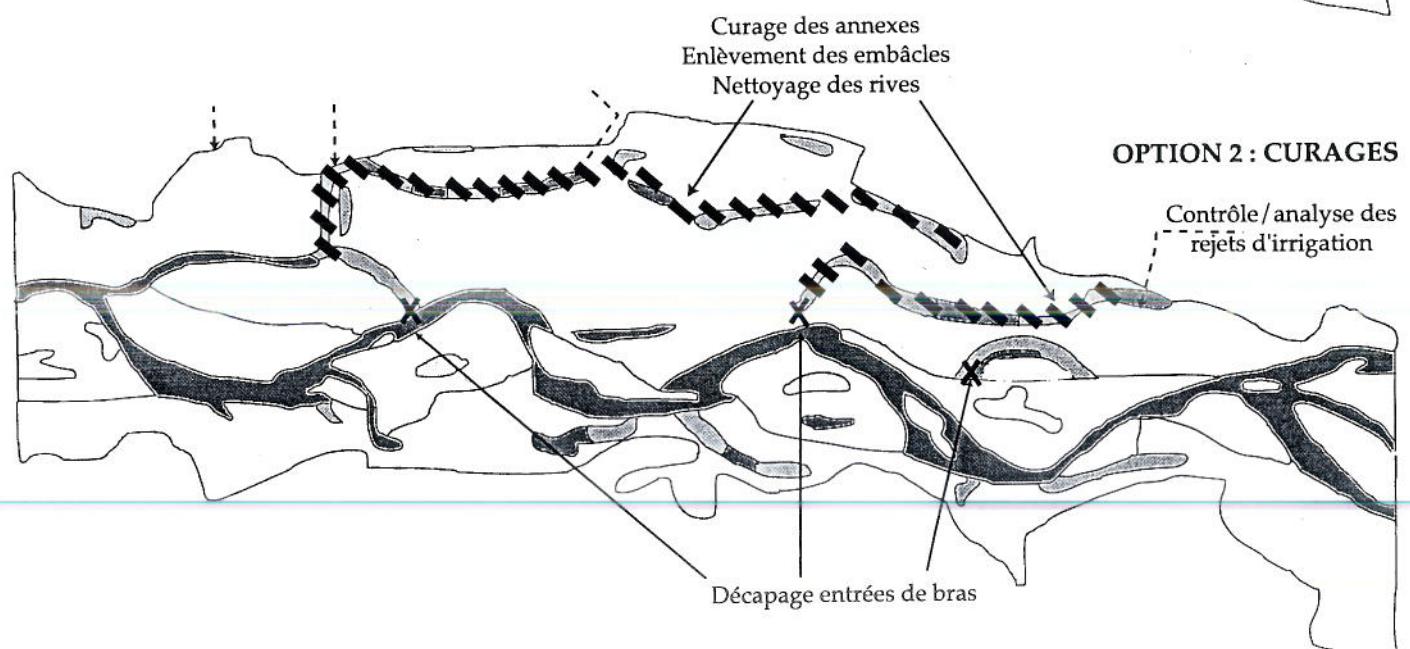
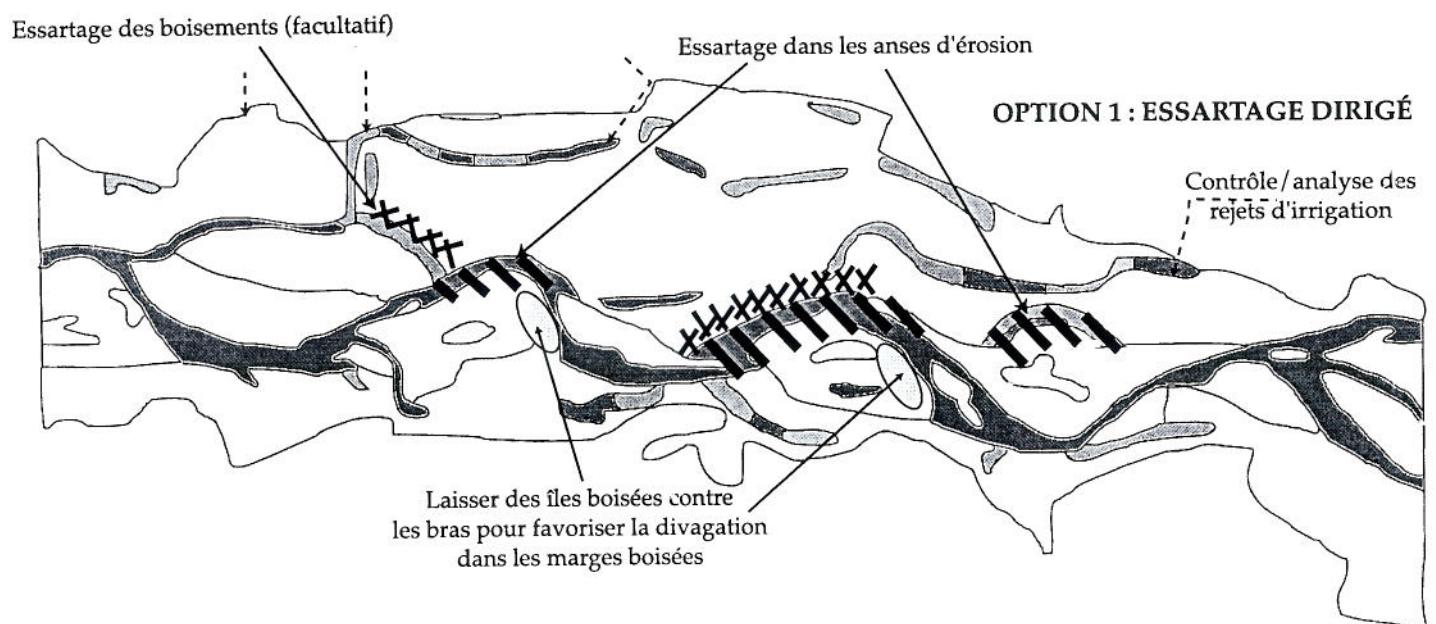
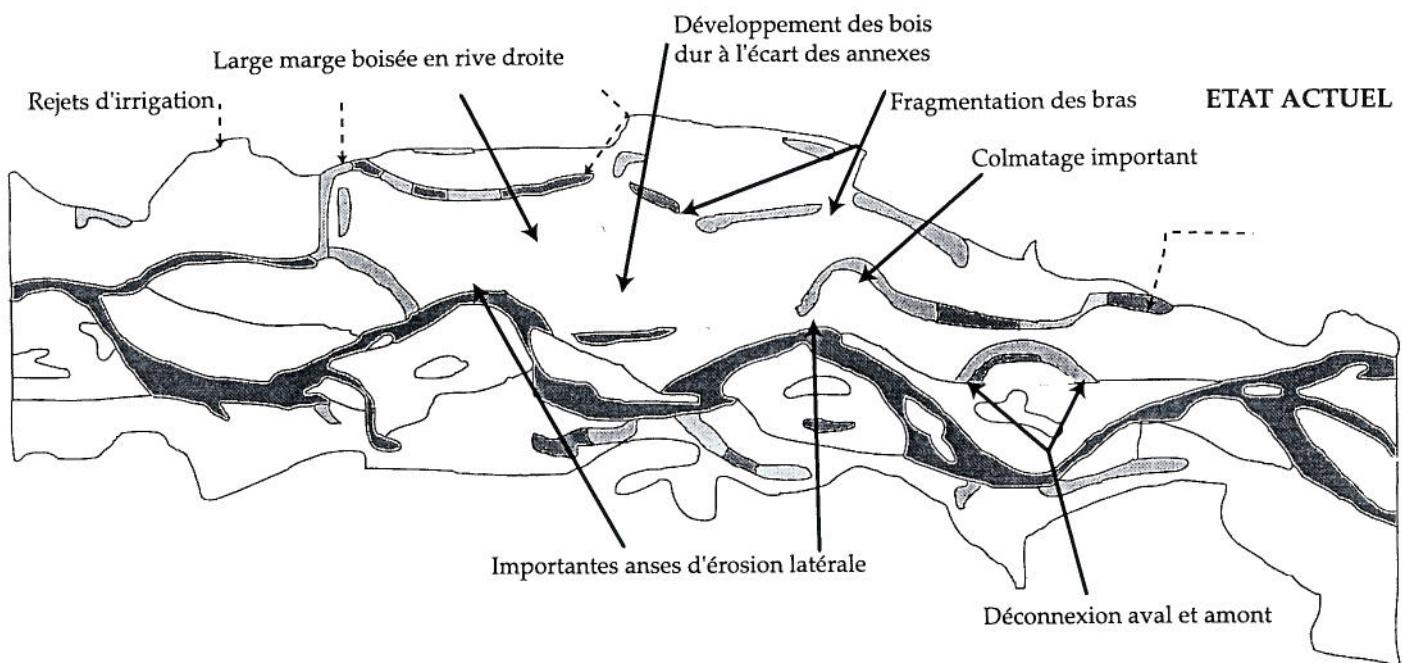
En ce qui concerne l'utilisation de débits provenant de surplus d'eau d'irrigation les inconvénients sont les mêmes que décrits ci-dessus. A noter toutefois que c'est de cette manière que sont alimentées la quasi totalité des annexes subsistant aujourd'hui en Durance.

L'utilisation d'eau provenant du canal E.D.F. présente un certain nombre d'avantages, notamment réchauffement limité par rapport à celui du lit actif de la Durance et qualité physico-chimique au pire équivalente à celle de la rivière (au niveau du lieu d'entonnoirissement) ; elle pourrait être «négociée» dans le cadre d'une redéfinition de la valeur du débit réservé et de sa répartition géographique et temporelle.

L'alimentation par la nappe cumule les avantages : fraîcheur de l'eau, très faible charge en éléments fins, meilleure qualité physico-chimique que les eaux de surface mais souffre toutefois de débits disponibles faibles dans la généralité des cas.

Dans l'hypothèse où le débit d'alimentation se révélerait trop faible, les possibilités de recharger la nappe à l'amont et/ou de la drainer à proximité de l'annexe mériteraient d'être étudiées. Une alimentation mixte (nappe + Durance ou nappe + émissaire de thalweg par exemple) pourrait par ailleurs être envisagée.

## Pistes de gestion des Iscles des Païssettes



Galets

Bois

Roseaux

Eau

→ Rejets d'irrigation

## 4.9 PRINCIPES DE REAMENAGEMENT DES GRAVIERES

### 4.9.1 PRINCIPES GENERAUX

On compte environ une trentaine d'anciennes gravières en eau, auxquelles il faut ajouter les 5 ou 6 sites en cours d'exploitation ou envisagés. Moins de 10 % des gravières présentent réellement un intérêt écologique (gravières anciennes, très évoluées ou correctement réaménagées). L'évolution spontanée des bassins non réaménagés est souvent très longue (parfois de l'ordre de plusieurs dizaines d'années) et donne à terme des résultats inégaux : l'adoucissement naturel des berges, la formation d'un fond favorable à la vie aquatique et le développement de ceintures de végétation, apparaissent avec une rapidité très variable suivant la configuration initiale du bassin. De plus, la capacité d'accueil d'une gravière réaménagée correctement après extraction est sans comparaison avec une gravière non réaménagée (développement de la végétation amphibie très lente, intérêt écologique limité, parfois même lorsque les bassins sont très âgés).

Le réaménagement écologique des gravières utilise aujourd'hui des techniques dont l'efficacité est prouvée, et qui permettent non seulement d'accélérer très fortement les processus d'évolution naturels des gravières (donc d'accéder plus rapidement à un stade attractif pour la faune et la flore), mais aussi d'obtenir un résultat "final" supérieur à ce qui aurait été sans aménagement "artificiel".

Les grands principes d'aménagements écologiques sont les suivants :

- adoucir les berges pour favoriser la colonisation par la végétation (l'angle de pente idéal est inférieur à 5 %, mais il est difficile à obtenir sur les gravières où le front d'exploitation est subvertical). Cette action peut être renforcée par l'apport de terre végétale et/ou par des plantations. L'aménagement de doubles ou de triples berges crée des zones en eau peu profondes dans lesquelles s'installent rapidement les roselières, source de diversification du milieu, zones de refuge et de reproduction pour la faune...
- maintenir ponctuellement des berges subverticales afin de conserver des milieux attractifs pour la nidification de certaines espèces particulières : Martin-pêcheur, Hirondelle de rivage, Guêpier. Toutefois, pour que ces oiseaux puissent y creuser leurs galeries les matériaux doivent être suffisamment meubles : sable ou argile. Les digues en remblais dur et berges compactées ne peuvent donc convenir.
- donner un contour sinuieux aux rives pour augmenter le contact terre/eau, assurant un maximum de diversité et de tranquillité pour la faune (territoires de reproduction, zones d'alimentation).
- diversifier la profondeur des bassins en créant des secteurs de haut fond favorables au développement du phytoplancton et des invertébrés benthiques. De plus, certains secteurs peuvent alors se retrouver en assec pendant l'été (minéralisation des vases, germination des végétaux aquatiques...).
- créer des îlots, territoires sécurisants pour la faune, pour augmenter les possibilités de reproduction et de stationnement.

\* Les toutes petites gravières et trous d'eau ne sont pas comptabilisés.