

- diversifier la végétation rivulaire : saulaies, roselières, végétation herbacée rase...

La taille d'un bassin joue considérablement sur sa richesse écologique. Les petits plans d'eau ne peuvent abriter que de très petites populations animales. Les équilibres écologiques sont également plus fragiles et soumis à de fortes variations. Les grandes gravières sont plus stables et offrent davantage de potentialités. Il est communément admis que la taille idéale est comprise entre 5 et 20 ha. Au dessus de cette surface, il peut être préférable d'aménager des bassins de taille réduite, afin de faire varier les modes de gestion d'un bassin à l'autre et de diversifier la capacité d'accueil. Les très grandes gravières ont cependant un rôle attractif important sur l'avifaune en migration et en hivernage (Canards notamment), mais restent rares sur les bords de Durance, l'avifaune se reportant davantage sur les grandes souilles du lit vif et sur les retenues des barrages hydroélectriques;

Sur le plan piscicole, le reprofilage des berges (amoindrissement de la pente et création d'encoches dans le tracé rectiligne des bords) et le cas échéant la création d'îles sont des éléments importants du réaménagement. Des plantations étagées peuvent également être envisagées (voir aussi chapitre 6.4).

4.9.2 NATURES DES AMENAGEMENTS ET SITES CONCERNES

A - AMENAGEMENTS ECOLOGIQUES DE GRAVIERES

□ Deux sites sont proposés pour être réaménagés : le bassin de la Ferratière et celui situé juste en face du seuil 6 (le Puy Ste Réparate). Il s'agira d'améliorer la capacité d'accueil de ces bassins, jusque là faiblement attractifs. Les travaux seront essentiellement axés sur des adoucissements de berges (doubles ou triples berges), associés à des créations d'îlots.

À ceci il faut ajouter le secteur en fin d'extraction sur Peyrolles en Provence au Domaine du Plantain. À terme, deux grands ensembles de 40 ha chacun seront réaménagés, l'un à vocation de loisirs et l'autre voué aux milieux naturels. Sur ce dernier, et au regard du potentiel important (très grande surface d'un seul tenant), des aménagements écologiques d'envergures pourraient être réalisés. Les axes d'intervention devront essentiellement porter sur :

- la diversification des fonds, tant pour la faune aquatique que terrestre,
- la diversification des berges (adoucissements, création de falaises),
- l'aménagement de zones propices au développement de roselières et de saulaies humides,
- la formation d'écran visuel (plantations) pour limiter le dérangement et la résorption des traces d'extraction (intégration paysagère des bâtiments restants, nettoyage des traces d'exploitation).

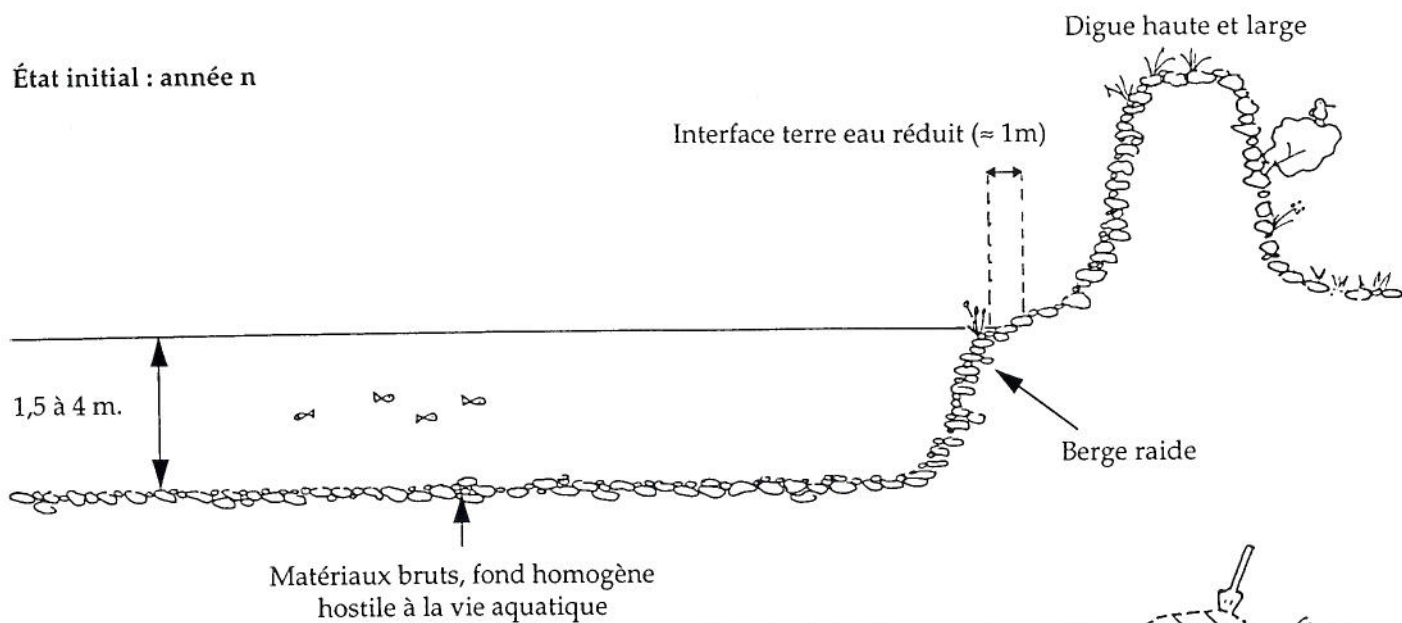
Un suivi des réaménagements est prévu dans le cadre de l'observatoire Durance.

□ Sur quelques souilles, la nature de l'alimentation en eau (qualité et quantité) devra être étudiée :

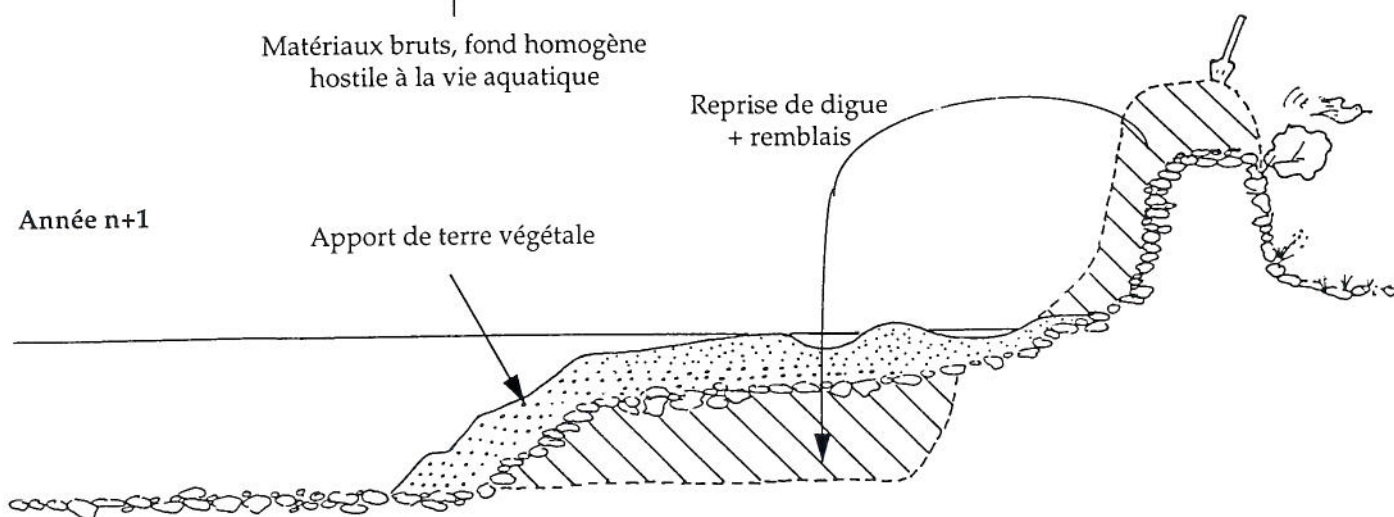
- problème d'assèchement périodique sur la gravière de St Estève- Janson et sur Sanfla,
- problème qualitatif des arrivées d'eau liées à des rejets de stations d'épuration (le Puy Ste Réparate, St Estève, Orgon...).

AMÉNAGEMENT DE BERGES

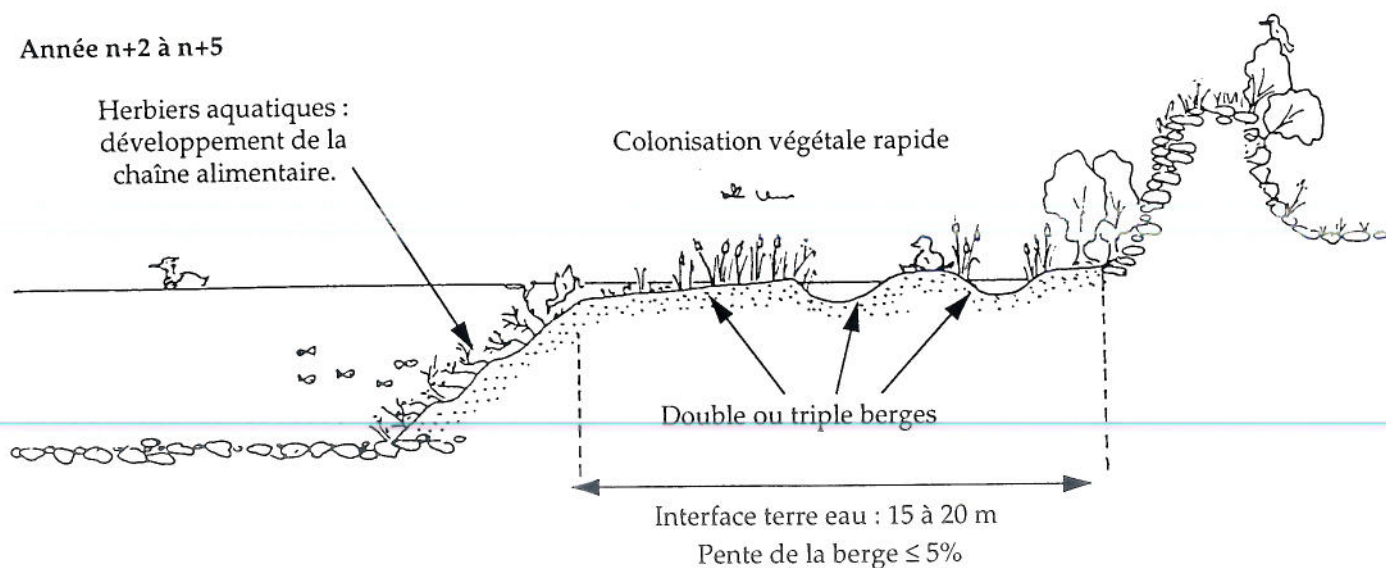
État initial : année n



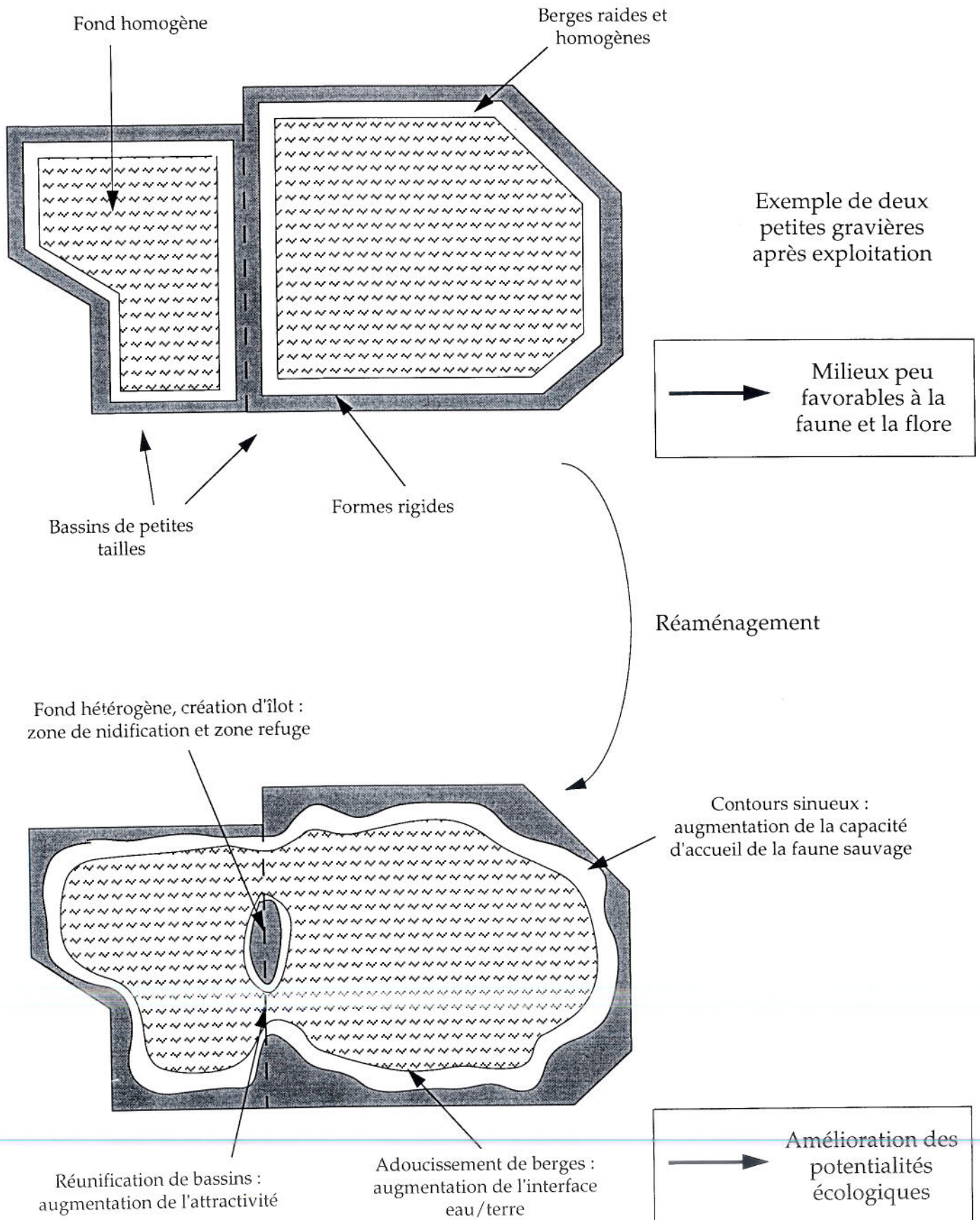
Année n+1



Année n+2 à n+5



AMÉNAGEMENT DES CONTOURS DE GRAVIÈRES



Pistes de gestion des gravières du Puy Ste Réparate

Adocissement de berges

Abaissement du seuil
immédiat

Roselières vouées à disparaître

Roselières déjà existantes

Arasement progressif
de la route des carriers

Abaissement du seuil
à plus long terme

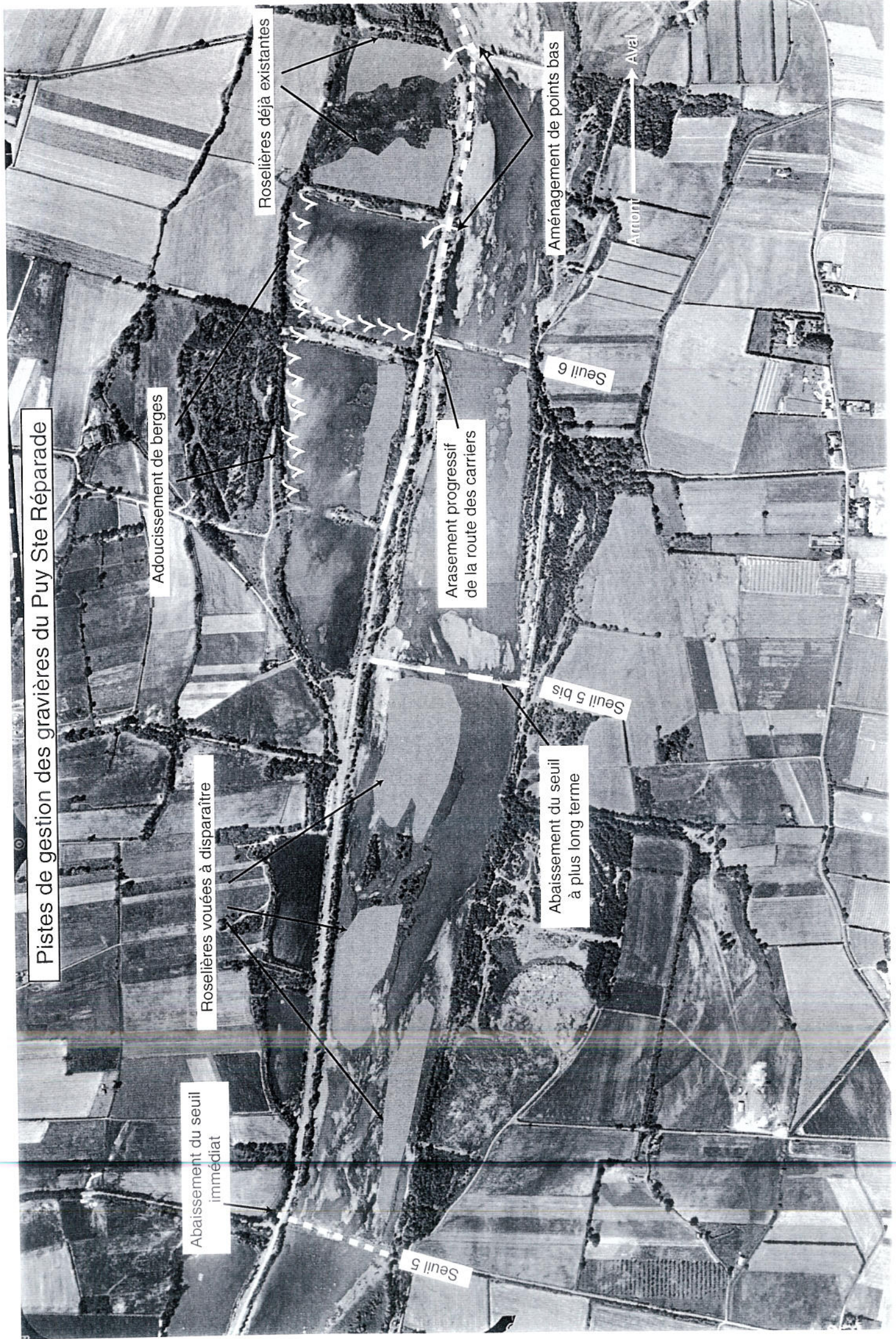
Seuil 5 bis

Aménagement de points bas

Seuil 6

Amont
Aval

Seuil 5



On recherchera dans ce cas soit la récupération d'eau d'irrigation lorsque cela est possible, soit l'amélioration de la qualité des rejets de station (après diagnostic de la station), soit une dérivation des rejets pour éviter une pollution directe des gravières.

❑ Une maîtrise des accès est nécessaire sur les secteurs sensibles, d'une part pour limiter les dérangements causés par la fréquentation humaine, et pour éviter les conflits d'usages et les dépôts sauvages d'autre part. Le problème se pose particulièrement au Puy St Réparate, sur les gravières de Beaumont, aux souilles d'Orgon... Divers aménagements doivent être mis en place : pose de barrières ouvrables ou plots anti-véhicule, création de parking à l'entrée des souilles, résorption des anciennes pistes des carriers, réglementation des usages....

❑ Les gravières présentant un intérêt écologique déjà très important, tels que certains bassins du Puy Ste Réparate, les anciens plans d'eau aval de Beaumont de Pertuis ainsi que les zones humides de Château-Arnoux, ne nécessitent pas d'aménagement écologique. Ces secteurs seront laissés à leur libre évolution.

B - PREVENTION DES RISQUES DE CAPTURES ET GESTION DES GRAVIERES CAPTUREES

Prévention des risques de capture :

Plusieurs secteurs sont concernés : les plans d'eau en amont de la confluence de l'Asse (usage touristique), la Réserve Naturelle de st Estève Janson, les plans d'eau d'Orgon et de Plan d'Orgon. Un confortement de leurs digues de protection est préconisé.

Gravières capturées :

*** PLAN D'EAU DE LA ROQUE D'ANTHERON**

Suite à la capture de 1994, la Durance circule dans l'ancien plan d'eau de la Roque d'Anthéron. L'ancienne digue de séparation a été supprimée. Des arasements de bancs dans le lit sont prévus sur ce secteur (lit trop haut), les matériaux dégagés seront réutilisés pour achever l'engravement du plan d'eau.

*** SOUILLE D'ORGON**

Évolution spontanée du site, aucun réaménagement n'est envisagé.

*** GRAVIERES DE MALLEMORT**

Il est prévu d'élargir le lit à ce niveau afin d'assurer une recharge sédimentaire et d'abaisser les niveaux de crue. Les épis en revanche ne seront pas retouchés. Les gravières sont aujourd'hui en partie réengravées, et devraient progressivement se colmater par des fines. Ce colmatage permettra de répondre à deux objectifs :

- la rétention de limons pour éviter leur dépôt plus à l'aval sur des sites sensibles (terrasses boisées basses, souilles d'Avignon).
- la création "spontanée" de zones humides par accumulation des limons.

*** AUTRES**

Il n'est pas prévu d'aménagement d'autres gravières captées. Leur ancienneté et les conditions de leur capture rendent inutile des aménagements à but morphodynamique. De plus, les bassins sont

aujourd'hui suffisamment évolués pour être attractifs et des aménagements écologiques seraient superflus (gravière de Cabannes).

C - GRAVIERES EN COURS D'EXPLOITATION

Il est plus intéressant d'étudier les possibilités de travaux en commun avec les exploitants lorsque les sites sont en fin d'extraction. Le coût des travaux peut en effet être largement réduit lorsque la structure d'exploitation est encore sur place (machines et outillage disponible, obligation pour le carrier de remettre le site en état)...

Toutefois, la vocation réelle du futur plan d'eau doit être réfléchie avant d'entreprendre les travaux de restauration. En effet, certains usages sont peu compatibles avec la vocation "milieux naturels" d'un site. Les loisirs liés à l'eau, tels que la baignade, le canotage, et dans une moindre mesure la pêche et la promenade, nécessitent quelques aménagements particuliers : sentier, zones d'accès à la gravière, éventuellement plage, parking, zone de détente... difficilement conciliables avec une vocation écologique. Surtout, la fréquentation inhérente à ce type d'activité est nuisible à la tranquillité de la faune sauvage.

Cependant, dans certains cas, on peut envisager des objectifs multiples : valorisation "touristique" et valorisation écologique. Pour être réalisable, ce choix doit être étudié au cas par cas, les sites choisis devant répondre à plusieurs impératifs :

- superficie du site suffisamment importante. Il est préférable de réserver une vocation unique aux plans d'eau d'une taille inférieure à 10 ha. En revanche, sur les gravières de taille plus importante, on peut envisager une sectorisation des activités, ex. : une partie du bassin peut être laissée en libre accès pour la pêche, le reste (de préférence la partie la plus "sauvage" et la plus "évoluée") étant soustrait à la fréquentation et préservé à des fins écologiques.
- sensibilité écologique actuelle faible ou peu importante. Quels que soient les objectifs fixés, on fera un diagnostic préalable de la sensibilité écologique. Une gravière peu attractive pour la faune, n'abritant pas d'espèce remarquable, et peu évoluée, peut sans crainte accueillir des activités de loisirs. En revanche, des précautions sont à prendre pour les sites vulnérables : fréquentation limitée, compatibilité des aménagements anthropiques avec la capacité d'accueil et la sensibilité du site.
- enfin, le choix d'une ou plusieurs vocations peut être défini en fonction de l'environnement général du site. En l'absence de milieux latéraux riches sur le plan écologique, il peut être intéressant de promouvoir la vocation "milieu naturel" et de développer les potentialités existantes par des aménagements écologiques. La création d'une zone attractive au sein d'un environnement à faible sensibilité écologique peut en effet permettre de créer une zone refuge, et servir ainsi de "site relais" pour la faune et la flore

Parmi la dizaine de sites en cours d'exploitation ou d'utilisation pour le stockage et pouvant faire à terme l'objet de réaménagement, citons :

- Manosque :
 - aval du pont rive droite
 - amont du pont rive droite (deux sites)
- Villeneuve, "les Rabalines"

- Vinon sur Verdon (deux sites)
- Mallemort
- Cheval blanc / la Grande Bastide
- Cavaillon / la Petite Tapy
- Châteaurenard (zone de l'Anguillon)
- Rognonas

5

LA GESTION DES CRUES ET DES RISQUES D'INONDATION

5.1 ENJEUX ET OBJECTIFS

Trois points importants doivent être rappelés en préalable à toute réflexion sur la gestion des crues et des risques d'inondation.

Il faut clairement distinguer risque d'érosion et risque d'inondation.

Le fait que beaucoup de « digues », sur de nombreux cours d'eau, jouent un double rôle de protection vis-à-vis de ces deux risques (vis-à-vis des inondations par leur hauteur, vis-à-vis des érosions par leur revêtement) entretient la confusion. Pourtant, il s'agit bien de deux mécanismes totalement distincts, qui appellent des réponses différentes. La distinction est particulièrement importante sur la Durance.

L'analyse de tout problème d'inondation doit reposer sur une double vision : les effets locaux et les effets pour l'aval.

Les effets locaux portent sur les conditions du débordement (fréquence, ampleur, modalités - rupture de digues ... -) et les conditions d'écoulement dans la zone inondable (hauteur d'eau, vitesse, durée de submersion, ...).

Les effets pour l'aval proviennent des modifications des conditions de propagation des crues dues à ces effets locaux, qui peuvent se traduire par la modification des débits de pointe, des temps de propagation, de la forme des hydrogrammes...

Il nous faudra garder en permanence à l'esprit ces deux facettes d'un même phénomène.

Tout projet de protection doit envisager les conséquences de son dépassement.

Un ouvrage de protection doit être conçu pour supporter sans comportement catastrophique un dépassement des hypothèses de projet.

5.1.1 LES POINTS MARQUANTS DE L'ETAT ACTUEL

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

Deux tendances se sont opposées depuis 50 ans.

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

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

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

Les grandes digues longitudinales et les axes autoroutiers qui assurent de fait un rôle de digue ne sont pas toujours calés au niveau de la crue centennale.

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

En basse Durance, l'endiguement de Pertuis, renforcé après la crue de 1994, constitue la première étape du dispositif de protection de la zone d'activité qui convient de parachever en supprimant toutes sources de perturbations hydrauliques.

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

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

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

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

Ailleurs, l'écoulement des crues est conditionné par un système de protection complexe et peu fiable, qui ne correspond pas à l'occupation actuelle du lit majeur.

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

A la fin du XIX^{ème} siècle, le principal ouvrage de protection était le grand épi perpendiculaire au lit : sa fonction était de limiter les divagations du bras vif tout en favorisant l'enlèvement des terres en amont des épis. L'exhaussement de ces terres en réduisait d'ailleurs peu la submersibilité.

Le terrain naturel présente aujourd'hui des dénivelées qui peuvent dépasser deux mètres de part et d'autre des épis.

Dans ce système, la plaine restait submersible.

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

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

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

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

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

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

L'urbanisation diffuse a rendu certaines zones beaucoup plus vulnérables aux inondations.

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

La protection assurée par des ouvrages qui se sont développés anarchiquement n'est pas adaptée à la nouvelle occupation de la plaine (fréquence des débordements, mais surtout manque de fiabilité des ouvrages et comportement brutal en cas de débordements).

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

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

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

Tronçon Mallemort / Rhône

Mallemort (aval du pont) : la comparaison avec l'état actuel est difficile (incertitude sur les risques de rupture). Les conditions de débordement dans la plaine seront fortement influencées par l'ouverture d'un vaste plan d'eau d'extraction. En l'absence de cette perturbation, les entrées d'eau, de l'ordre de 100 à 200 m³/s pour une crue de 5000 m³/s, s'écouleraient sous 60 cm d'eau environ.

Sénas / Orgon : pas de changement notable du niveau de protection, mais sécurisation du système. La maîtrise des entrées d'eau devrait permettre d'abaisser les niveaux d'eau de 10 à 20 cm dans la plaine.

Cavaillon : mise hors d'eau de la ville.

Caumont : la suppression des levées (notamment la vieille digue) entre la Durance et la RD 973 conduit à un accroissement des niveaux de crue de l'ordre de 50 cm en amont de la RD 973. Dans la plaine protégée, l'aménagement sera dimensionné lors des études de détail de façon à ne jamais observer au terme de la phase de réalluvionnement du lit des conditions de débordement plus sévères qu'aujourd'hui. On pourra même rechercher un léger gain. Avant réalluvionnement du lit, la réalisation du projet offrira un gain net important en terme d'aléa (jusqu'à -50 cm).

Cabannes : les surélévations dues aux épis sont estimées à 30 cm environ. Ce sont ces surélévations que l'abaissement des épis permettra de réduire.

Noves : mise hors d'eau de la partie amont de Noves

Châteaurenard : impacts ponctuels très divers de part et d'autre des épis et levées abaissés.

Avignon, Barbentane : le dégagement du lit entre les ponts de Rognonas et Barbentane permet d'escompter un abaissement des niveaux de 20 à 30 cm entre les ponts, qui pourrait dépasser 50 cm en amont du pont de Rognonas.

5.3.2 BILAN GLOBAL SUR LA PROPAGATION DES CRUES

Moyenne Durance

Sur la moyenne Durance, on a montré que même des aménagements importants comme l'autoroute A51 n'avaient pas eu d'effets significatifs sur la propagation des crues, en raison de la forte pente de ce tronçon et du très faible rôle d'écêtement du lit majeur.

A fortiori, les aménagements ponctuels proposés aux Mées et à Manosque n'ont aucun impact significatif.

Tronçon Cadarache - Mallemort

Au pont de Cadenet, on a :

fonctionnement « aberrant » du canal (accumulations d'eau sur plus de 4 m de hauteur) qui devra être réglé de toute façon.

A 4000 m³/s, l'avance de la crue ne dépasse pas 20'.

Tronçon Mallemort / Rhône

Sur le tronçon Sénas / Orgon, les aménagements proposés ne cherchent pas à accroître sensiblement le niveau de protection, mais plutôt à adapter le système de protection pour le rendre plus fiable. Les effets sur les conditions de propagation restent donc négligeables.

L'acceptation de débordements dans la plaine rive gauche à l'aval de Mallemort entre 4000 et 5000 m³/s ne modifie pas de manière significative les modalités de propagation des crues, d'autant que l'ouverture d'un plan d'eau d'extraction ne favorisera pas un ralentissement de la crue.

De même, l'aménagement proposé sur Caumont n'influe pas sur les conditions de propagation de manière mesurable (le calcul indique même un léger retardement de la pointe de crue, mais qui n'est pas significatif en regard de la variabilité des phénomènes modélisés).

La suppression des débordements entre les deux ponts de Bonpas en direction de Noves ne concerne que des écoulements de l'ordre de 20 m³/s, non significatifs pour une crue de 5000 m³/s.

L'effet potentiellement le plus important, mais très difficilement quantifiable est la suppression des risques de débordements vers le secteur de Châteaurenard, par surverse et surtout par rupture de la digue des Alpines. Dans l'état actuel du lit, la digue paraît en limite de débordement. Les débits débordants seront donc minimes, sauf en cas de rupture. Ils pourraient prendre plus d'importance au fur et à mesure du réalluvionnement des bancs arasés dans ce secteur. Ce sont ces débits, dont l'importance peut être très variable selon les conditions de débordements, qui seront reportés dans l'état projet vers la Durance aval.

Ce serait mal poser le problème que de considérer qu'il y aura une aggravation potentielle des débits à l'aval, dans la mesure où ces débordements sont si incertains qu'ils n'ont jamais été pris en compte dans les réflexions au niveau d'Avignon.

La question doit être posée différemment : peut-on envisager d'accepter clairement des débordements en rive gauche vers Châteaurenard en crue centennale pour soulager Avignon ? La réponse du schéma proposé est négative. Le principe retenu est d'assurer la protection des deux rives à 5000 m³/s, mais de prévoir une revanche plus forte en rive droite de façon à assurer la meilleure sécurité possible à l'agglomération d'Avignon.

5.4 PRINCIPES GENERAUX DE CONCEPTION DES OUVRAGES

Les ouvrages de protection contre les crues assurent deux fonctions bien distinctes : la protection contre les débordements et la protection contre les érosions.

Il importe de bien distinguer ces deux fonctions, qui sont souvent à tort confondues.

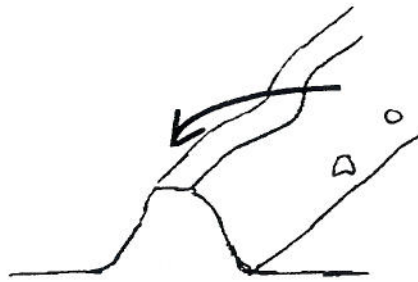
Ces types d'ouvrages sont commentés dans un même chapitre pour deux raisons :

- cela permettra de bien mettre en évidence la différence entre ces deux fonctions

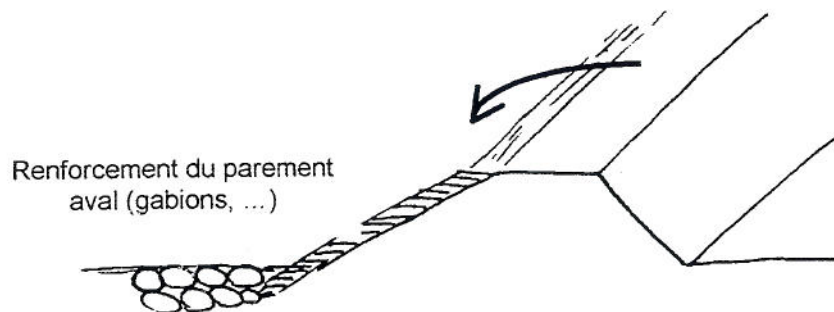
- la recherche de meilleures conditions d'écoulement des crues conduit à reprendre souvent des ouvrages de protection contre les érosions existants.

Les nouveaux ouvrages devront être conçus selon les principes suivants.

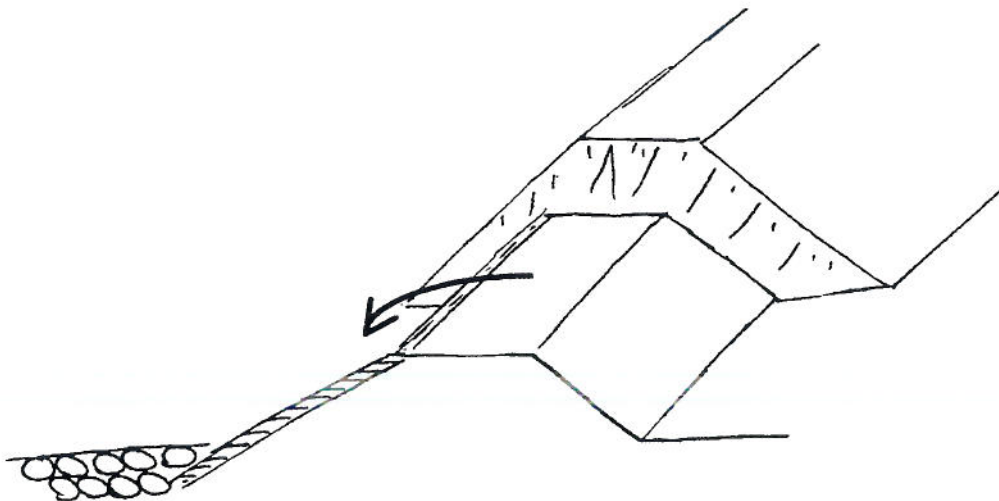
fonction	type d'ouvrage	commentaire
protection contre les débordements éloignée du lit vif ; ouvrage insubmersible	digue	ouvrage continu en tout-venant simplement engazonné. Le calage de la digue doit présenter une revanche suffisante pour garantir l'absence de surverse. Ce type d'ouvrage doit normalement toujours être associé à des portions plus basses, renforcées pour accepter des déversements (cf. cas suivant) de façon à éviter les brèches en crue exceptionnelle dans les portions insubmersibles. Les vitesses en lit majeur ne dépassent pas usuellement 1 m/s, et n'imposent pas de protection particulière de la digue contre l'érosion, sauf au droit de singularités.
protection contre les débordements éloignée du lit vif ; ouvrage submersible	digue à parement aval renforcé (parement aval : côté opposé à la Durance)	Pour des hauteurs jusqu'à 1m (voire 1.5m), on peut envisager un traitement léger pour résister aux surverses (pente très douce, bien végétalisée) sans mise en œuvre de protection minérale. Pour des hauteurs supérieures, le parement aval doit être revêtu (matelas de gabions, par exemple) et protégé en pied contre l'affouillement (sabot d'enrochements).
protection contre les débordements à proximité du lit vif ; ouvrage insubmersible	digue munie d'un perré de protection, côté Durance	Si la digue est susceptible d'être atteinte par le bras vif, sa résistance à l'érosion latérale doit être assurée par un perré de protection (enrochements ou matelas de gabions).
protection contre les débordements à proximité du lit vif ; ouvrage submersible	digue munie d'un perré de protection, à parement aval renforcé	La protection de l'ouvrage comporte : <ul style="list-style-type: none"> côté Durance, un perré de protection contre les attaques du bras vif côté plaine, un revêtement de protection contre les déversements. Les deux fonctions sont distinctes , et ne conduisent donc pas à des dimensionnements des protections toujours identiques.
protection contre les divagations du lit	épi	La politique proposée de recul et d'abaissement de beaucoup d'épis existants ne doit pas conduire à renoncer à ce type d'ouvrage, mais à tirer les leçons du passé. L'épi est adapté à la protection contre les divagations du lit lorsque des anses d'érosion maîtrisées sont acceptables. Il sera particulièrement adapté à la maîtrise de la divagation du lit entre les limites de mobilité recherchée et maximale. Les épis existants posent problème par leur hauteur : calés trop haut, ils forment des obstacles importants pour les écoulements. Les nouveaux épis devront donc être conçus pour rester submersibles, et donc être conçus pour résister aux débordements.
protection contre les divagations du lit	perré	Ouvrage à prévoir pour empêcher des divagations au-delà de l'espace de mobilité maximale lorsque l'espace disponible ne permet pas d'envisager des épis, ou lorsque la solution par épi s'avère plus contraignante ou plus onéreuse. Lorsqu'il n'y a pas d'enjeux de protection contre les débordements, il n'y a aucune raison pour que le perré soit calé plus haut que le terrain naturel.



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

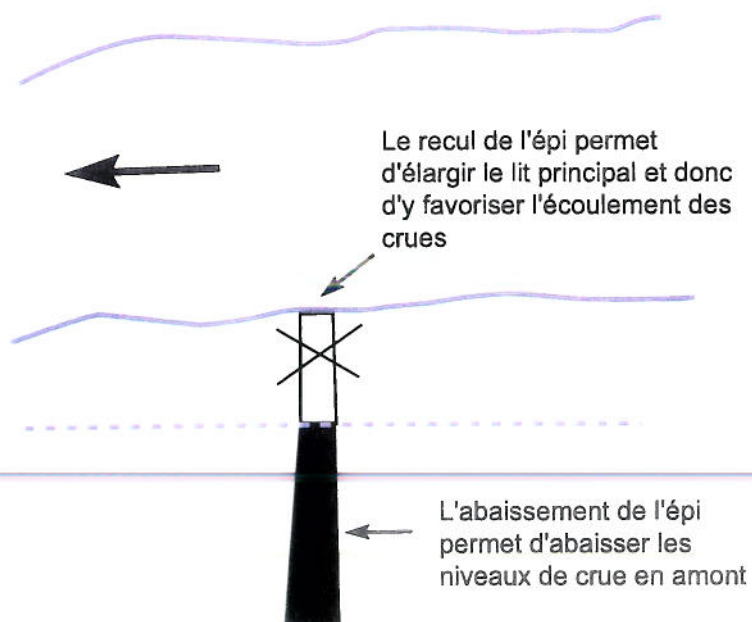
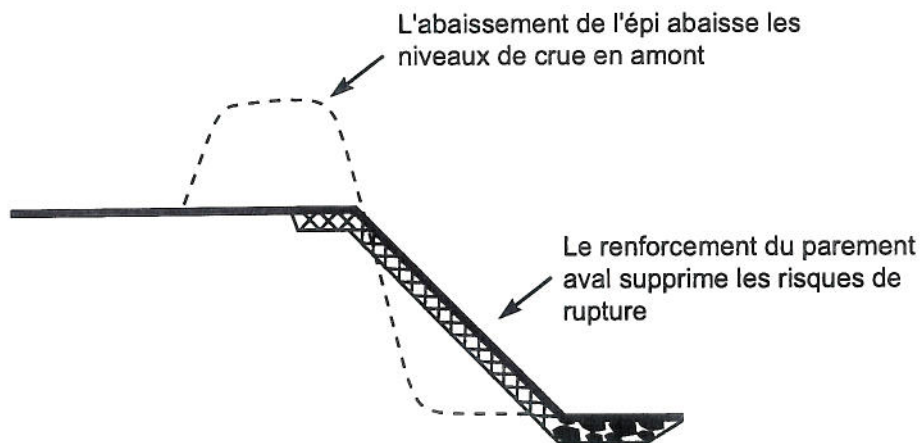
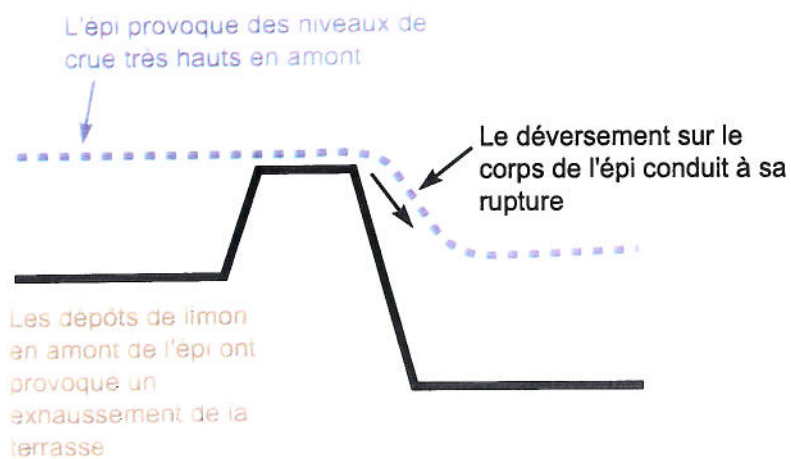


Pour un même niveau de submersion,
la levée est renforcée de façon à supporter une surverse
sans risques de rupture.



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

LES EPIS



A partir de ces principes de protection, on peut définir les modes d'intervention sur les ouvrages existants.

Type d'ouvrage	Objectif recherché	Mode de traitement
Epi court (non prolongé par un corps dépassant le terrain naturel) ou perré	Elargissement de l'espace de mobilité	Suppression simple. Les matériaux retirés pourront être utilisés pour reconstituer un ouvrage de protection contre les érosions en bordure de l'espace de mobilité maximal s'il y a un risque clair d'une incursion du bras vif au-delà de cette limite après suppression des ouvrages existants (ce cas se présente rarement, car l'élargissement de l'espace de mobilité n'est en général proposé que lorsque les marges de manoeuvre paraissent suffisantes).
Epi	Amélioration des conditions d'écoulement des crues	Problème posé par les épis hauts de protection de l'autoroute A7, par exemple. Réfection des épis en épis plongeants submersibles.
Epi long (prolongé par un corps dépassant le terrain naturel)	Elargissement de l'espace de mobilité	Recul de l'épi jusqu'à la limite de l'espace de mobilité recherchée. Reconstitution à ce niveau d'une tête d'épi résistant à la divagation, sous forme d'épi plongeant submersible.
Epi long	Amélioration des conditions d'écoulement	Abaissement (éventuellement partiel) du corps de l'épi, en général au niveau du terrain naturel amont. La plupart des épis sont assez anciens pour avoir favorisé un alluvionnement des terres en amont : on constate aujourd'hui une dénivellée du terrain naturel de part et d'autre de l'épi, qui dépasse parfois 2 mètres. La partie abaissée de l'épi doit donc être traitée pour résister aux déversements (traitement léger pour des dénivellées inférieures à 1 mètre, traitement par protection minérale au-delà).
Digue ou levée	Suppression d'un obstacle aux écoulements des crues	En règle générale, arasement pur et simple. Lorsque le boisement des levées présente un intérêt particulier, on pourra procéder à un arasement partiel. On pourra envisager de conserver des levées basses (de l'ordre de 50 cm au-dessus du TN) pour éviter une submersibilité excessive des terres concernées.
Digue ou levée	Sécurisation d'un axe de protection	Les axes de protection conservés (ou créés) seront aménagés de façon à présenter deux types d'ouvrages : <ul style="list-style-type: none"> des portions calées sans revanche au niveau de la crue de projet, renforcées pour résister au déversement des crues plus fortes des portions calées avec une revanche suffisante au-dessus d'une crue centennale pour ne pas connaître de surverses Le choix de cette revanche reposera sur trois critères : <ul style="list-style-type: none"> la hauteur de la digue : on peut tolérer un risque de surverse résiduel pour des levées de 1 m, pas pour des digues de 3 à 4 mètres. le fonctionnement des portions déversantes : la géométrie des portions déversantes déterminera les niveaux maximums de crue possibles en amont, même pour des crues supérieures à la crue centennale les niveaux d'eau à l'aval de la digue au moment du risque de surverse : si l'ouvrage peut être noyé par l'aval par fonctionnement des portions déversantes avant tout risque de surverse, on pourra envisager des revanches moindres.

6

LA GESTION DES MILIEUX AQUATIQUES

6.1 MARGES DE MANŒUVRE

Le principal facteur limitant à l'heure actuelle le milieu aquatique durancien réside dans l'artificialisation des débits, qui intervient notamment de deux façons cumulées :

- une carence en crues morphogènes avec pour conséquence une perte de la capacité initiale de la Durance à façonner de l'hétérogénéité habitationnelle par ses divagations latérales et ses contacts avec la ripisylve
- l'existence habituelle d'un débit très faible, qui limite l'espace aquatique disponible et en modifie les caractéristiques thermiques (réchauffement estival), physiques (limitation de la représentation des faciès lotiques, réduction drastique des hauteurs d'eau sur les crêtes de radiers, enlèvement des fonds, diminution des contacts eau-ripiisylve, ...) et chimiques (limitation de la capacité de dilution des rejets)

Les marges de manœuvre concernant la gestion des milieux aquatiques sont donc étroitement dépendantes de l'évolution de cette artificialisation.

L'efficacité d'opérations visant à restaurer ponctuellement la libre circulation du poisson (aménagement d'ouvrages) dépend également à la base de la gestion de ces débits.

Et seuls quelques aménagements au niveau des systèmes artificiels d'eau calme et profonde (souilles, retenues hydroélectriques, amont de seuils) peuvent présenter une dépendance moindre de ce facteur débit. Ce type d'aménagements présente cependant un intérêt par nature localisé et limité vis-à-vis du peuplement pisciaire de la Durance, qui se caractérise plus par des espèces d'eau vive que des espèces d'eau calme.

6.2 GESTION DES DEBITS

6.2.1 CONTEXTE ADMINISTRATIF ET TECHNIQUE

L'article L232-5 du code rural impose, pour tout ouvrage comportant une dérivation d'eau, le respect d'un débit minimal dit "biologique" en deçà duquel tout prélèvement doit cesser. Ce débit est donc "réserve" au tronçon court-circuité entre la prise d'eau et la restitution.

Depuis 1984, la loi prescrit au pétitionnaire de fixer et de respecter une valeur argumentée pour ce débit minimal défini comme devant "garantir en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces qui peuplent les eaux". Le texte précise que ce débit minimum biologique ne peut être inférieur à une valeur plancher, arbitraire, s'élevant dans la plupart des cas au dixième du module, c'est à dire à 10% du débit moyen inter-annuel, déterminé sur une période d'au moins 5 ans. Un régime transitoire a été prévu pour les autorisations anciennes : un quarantième du module minimum à ramener progressivement au dixième.

La valeur de ce débit plancher peut être ramenée au vingtième du module dans le cas de certaines grandes rivières (module > 80 m³/s) inscrites sur une liste fixée par décret ainsi que pour certains grands cours d'eau frontaliers : Le régime transitoire prévu pour les autorisations anciennes correspond alors au passage progressif du quatre-vingtième du module au vingtième minimum..

La Durance, non inscrite sur la liste ministérielle des exceptions même si son module est supérieure à 80 m³/s, se rattache au cas général, ce qui explique, en juillet 1996, le passage du débit réservé du quatre-vingtième au quarantième du module et, sauf décision contraire du Conseil d'Etat rattachant in fine la Durance à la liste des grands cours d'eau dérogeant à la règle générale, son évolution à terme au dixième du module, a minima, sur l'ensemble du linéaire de l'aménagement hydroélectrique. Cette évolution interviendra lors des prochains renouvellements de concession de chute, ce qui n'est pas sans poser un problème administratif si on considère que plusieurs chutes présentant des dates de renouvellement de concession très différentes sont situées sur une même chaîne d'exploitation.

A l'heure actuelle, la notion même de débit biologique reste théorique, la loi n'ayant pas fixé les modalités techniques permettant de déterminer objectivement la (ou les) valeur(s) de débit « garantissant en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces qui peuplent les eaux ».

Sur le terrain, en l'absence de méthodologie standardisée reconnue et applicable en routine, les approches varient de "l'avis d'expert" sans aucune mesure de terrain à l'observation visuelle plus ou moins empirique des habitats ennoyés pour différents débits jusqu'à l'utilisation plus ou moins rigoureuse de la méthode des micro-habitats. Cette méthode, qui ne prend en compte que les exigences des salmonidés, est parfois remplacée par une approche dérivée développée par la DQEPP du C.E.M.A.G.R.E.F. d'Aix en Provence. D'autres approches de la qualité de l'habitat, pouvant être appliquées dans le cadre de l'appréciation de la valeur écologique attribuable à un débit, ont été conduites au sein de la D.R. 5 du C.S.P. Enfin, des recherches sont actuellement menées (C.E.M.A.G.R.E.F. - DQEPP de Lyon) pour étendre la méthode des micro-habitats aux cours d'eau non salmonicoles mais leurs conclusions ne sont pas encore opérationnelles. Ce type de méthodes ne pourrait de toutes façons être mis en œuvre à une échelle aussi vaste que celle de l'aire d'étude pour des raisons de coût.

Dans ce contexte de carence méthodologique, la présente approche ne saurait relever de la vérité absolue et correspond plus à une démarche de type expert aboutissant à la proposition réfléchie de valeurs devant être testées expérimentalement sur le terrain qu'à la définition de seuils démontrés opposables à un tiers.

6.2.2 SITUATION ACTUELLE

Les débits réservés, qui évoluent à l'heure actuelle de 2,9 m³/s à Salignac à 4,7 m³/s à Bonpas, correspondent théoriquement aux débits rencontrés habituellement en Durance. Ces derniers peuvent cependant être plus importants en raison :

- des apports latéraux des affluents dont les plus importants, Asse excepté, sont également soumis à débit réservé ;
- des variations saisonnières
- des surplus d'irrigations,
- et des déversements en période de crue conséquente revêtant un caractère exceptionnel : environ 130 jours à La Brillanne entre le 21 avril 1995 et le 30 novembre 1998.

La situation est un peu plus complexe à l'aval de Mallemort, où en plus de ce qui précède :

- des restitutions d'eaux claires ou d'eaux turbides (débit moyen de 100 à 120 m³/s pouvant aller jusqu'à 250 m³/s) interviennent périodiquement entre avril et octobre dans le cadre des mesures de protection de l'Étang de Berre ;
- un débit estival dit agricole d'environ 15 m³/s transite par la Durance entre Mallemort et Bonpas pour alimenter les canaux d'irrigation.

Une série de jaugeage réalisé au micro-moulinet les 13 et 14 octobre 1998 (période sèche, en fin de pleine saison d'irrigation) entre l'aval de Sisteron et le Pont de Cadenet suggère que les débits transitant en Durance ne sont équivalents au débit réservé que sur la partie amont, entre l'Escale et (probablement) la confluence avec l'Asse.

Cours d'eau	Station	Q mesuré (m3/s)	Q réservé (m3/s)
Durance	Sisteron, aval Jabron	4,27	2,90
Jabron	Amont Durance	0,34	-
Durance	Les Mées, amont pont D4a	2,85	3,00
Bléone	Pont de Malijai	0,04	-
Durance	La Brillanne, amont pont D4b	3,08	3,40
Asse	Aval pont D4	2,75	-
Durance	Manosque, amont pont D907	8,64	3,60
Durance	Cadarache, aval pont A51	8,91	4,50
Durance	Cadenet, amont pont D907	13,50	4,50

L'observation (données de la banque Hydro) des débits journaliers enregistrés par la DIREN PACA à La Brillanne et au pont de Pertuis confirme l'existence de cette différence entre amont et aval tout en relativisant la fréquence du débit réservé :

- débits 97-98 compris dans la grande majorité des cas entre une (le jour de notre mesure notamment) et deux fois le débit réservé à La Brillanne,
- débits 97-98 compris dans la grande majorité des cas entre 2,5 et 2,9 fois le débit réservé et ne descendant jamais (à l'exception d'une période d'un mois pour laquelle des mesures enregistrées de 5,70 à 7,27 m3/s sont considérées comme douteuses) en dessous de 10,2 m3/s (2,25 fois le débit réservé) au pont de Pertuis.

Compte tenu des enjeux écologiques et économiques associés aux valeurs de débits transitant effectivement en Durance d'une part, compte tenu de nos connaissances pour le moins limitées en la matière d'autre part, un bilan objectif de la situation devrait utilement être réalisé.

Ce bilan pourrait reposer

- sur le suivi des débits turbinés et restitués par l'aménagement hydroélectrique (ce qui sous-entend un calage préalable des vannes de débit réservé),
- sur le suivi des apports inhérents aux affluents.
- ainsi que sur des jaugeages ponctuels saisonniers répartis sur le linéaire et visant à déterminer la contribution des surplus d'irrigation (directs et/ou par réalimentation de la nappe) dans les débits empruntant le lit vif.

6.2.3 DEBITS NATURELS ET DEBITS ARTIFICIELS ACTUELS

Les valeurs actuelles de débit réservé, malgré leur doublement depuis Août 1996, peuvent être

considérées comme extrêmement faibles par rapport aux caractéristiques hydrologiques de la Durance.

En effet, l'observation (données de la banque Hydro) des débits mensuels minimaux enregistrés ou reconstitués par E.D.F. depuis 1918 à Saint-Paul-lès-Durance montre :

- que le débit minimum mensuel le plus faible jamais connu est de plus de 23 m³/s
- et que la probabilité, en période d'étiage sévère, de non dépassement d'un débit de 40 m³/s est de l'ordre de 10 %

Le même type de données obtenues à Oraison depuis 1993 montre

- que le débit minimum mensuel le plus faible enregistré est de l'ordre de 22 m³/s
- et que la probabilité, en période d'étiage, de non dépassement d'un débit de 30 m³/s est de moins de 10 %

Par ailleurs, indépendamment de cette extrême faiblesse des valeurs retenues comme débit réservé, l'artificialisation du régime hydrologique de la Durance se traduit également, rappelons le, par un déficit en crue morphogène, dont l'impact hydroécologique est loin d'être négligeable (perte d'hétérogénéité notamment). L'augmentation du débit réservé ne saurait compenser ce déficit, vis-à-vis duquel d'autres types d'intervention doivent être proposés (Cf. les chapitres traitant du rétablissement du transport solide, des modifications des pratiques d'essartement et de la conservation de certains milieux rares, annexes latérales en particulier).

Enfin, les déversements en hautes eaux présentent aujourd'hui dans le lit actif un caractère de soudaineté et de violence (multiplication du débit par 20 à 50 en moins de 24 heures) que les crues naturelles ne devaient pas atteindre (ou exceptionnellement) avant aménagement. Des effets potentiellement très traumatisants (effets de chasse) peuvent être rattachés à ce caractère de soudaineté et de violence, mais ils ne sont pas susceptibles d'être contrôlés et/ou amoindris.

A une moindre échelle, les restitutions qui interviennent périodiquement entre avril et octobre dans le cadre des mesures de protection de l'Etang de Berre à l'aval de Mallemort peuvent revêtir cet effet traumatisant (passage de 10 à 20 m³/s à 250 m³/s en 4 heures). Le respect de paliers plus progressifs et l'allongement à plus de 24 heures de ce temps de mise en charge contribuerait utilement à limiter «un effet de chasse» potentiellement traumatisant sans pour autant que le reste des effets induits par ces opérations (actuellement en cours d'étude) ne soit modifié.

6.2.4 PROPOSITION D'UN CYCLE RESERVE EXPERIMENTAL

Les exigences des différentes espèces ne sont pas constantes au cours d'un cycle annuel. L'impact des atteintes à la qualité de l'eau ne l'est pas non plus (exacerbation des manifestations des phénomènes de pollution et accentuation de la sensibilité des espèces avec l'accroissement de la température notamment). L'approche suivie repose sur ce constat de base et s'appuie sur des observations ponctuelles réalisées à différents débits entre Sisteron et le Rhône

Une série d'observations sur une douzaine de sites, groupés entre Cadarache et Cadenet et jugés

représentatifs des différents types géomorphologiques rencontrés sur la Durance, tend à montrer qu'à partir d'une dizaine de m³/s le facteur limitant que représente une trop faible hauteur d'eau sur les têtes de radiers commence à être levé. Et il a été estimé qu'entre 12 et 15 m³/s, ce facteur ne représente plus un obstacle aux déplacements longitudinaux des poissons (migrations de reproduction). De plus, à ces débits, ces radiers peuvent pleinement jouer le rôle de frayère pour certaines espèces rhéotoques (Barbeau, Vandoise, Chevesne, Blageon, Spirlin, Hotu et Toxostome) en offrant sous une lame d'eau suffisante, ce qui n'est pas forcément le cas aux débits réservés actuels, une gamme de vitesses de courant suffisante pour satisfaire l'ensemble des exigences spécifiques.

Sur la base du même type d'observations, mais de façon plus empirique, il a été estimé qu'un débit de 20 à 25 m³/s était susceptible de redonner à la Durance une mosaïque de faciès plus contrastée à défaut d'entraîner à lui seul une évolution fondamentale de l'hétérogénéité habitationnelle au sein du lit vif. De tels débits assurés en période estivale contribueront par ailleurs à diluer d'autant les rejets polluants en Durance et à limiter leurs effets sur les peuplements à une période rendue particulièrement critique par l'élévation de la température. Ils contribueront également à limiter ce réchauffement dès lors qu'ils seront appliqués à l'ensemble de la Durance. Ce qui évitera, comme cela a pu être constaté par le CEMAGREF d'Aix-en-Provence sur le site du Largue (communication de Monsieur ROUX, EDF), qu'une telle augmentation ne se traduise lorsqu'elle est appliquée ponctuellement par l'effet inverse (réchauffement suite à une diminution de la contribution relative de la nappe fraîche à la constitution du débit coulant à l'aval).

Les débits nécessaires à la conservation des annexes latérales et à la restauration de leur fonctionnalité n'ont pu par contre être appréciés dans le cadre des investigations menées. Il est d'ailleurs probable que toutes les annexes ne nécessitent pas les mêmes débits minima et qu'aucune valeur générale ne puisse être fixée. Des débits de 20 à 25 m³/s ne peuvent, même s'ils restent insuffisants, que contribuer à cette restauration.

Compte tenu des espèces composant le peuplement pisciaire actuel de la Durance et du caractère illusoire d'un retour à une représentation plus importante des Salmonidés, on peut enfin estimer que de faibles débits en période hivernale ne représentent pas (manque localisé de dilution des rejets toxiques excepté) un facteur majeur de limitation du développement des peuplements.

Ces réflexions et constats conduisent à envisager la définition d'un débit réservé évolutif au cours d'un cycle annuel et non d'une valeur applicable quelle que soit la période de l'année, l'idée étant que le minimum fixé par la loi (a priori, le dixième du module à terme sur la Durance) pourrait être globalisé sur une année et réparti en fonction d'objectifs biologiques liés aux activités ou sensibilités saisonnières.

Le principe rattachant un débit réservé à un dixième du module n'est réellement fondé que dans le cas de cours d'eau présentant un lit mineur bien individualisé, dont le gabarit n'est pas disproportionné par rapport aux débits d'étiage. Ce n'est pas le cas de la Durance dont le lit actif, très mobile latéralement, est sans commune mesure avec celui nécessaire à l'écoulement des faibles débits. Au plan biologique, il est donc fondé de considérer que le débit minimum acceptable ne doit pas varier entre l'aval de Sisteron et l'aval de Bonpas et que la globalisation et la répartition saisonnière des débits minima légaux devraient être envisagées indistinctement sur l'ensemble de la moyenne et de la basse Durance. En d'autres termes, la même gestion des débits (valeurs et variations saisonnières) devrait être appliquée sur l'ensemble du linéaire, le volume d'eau légalement disponible a minima (a priori le dixième du module à chaque prise d'eau 365 jours par

an) étant restitué de façon uniforme au plan géographique et en variant sur un cycle annuel en fonction de critères biologiques. Et dans l'hypothèse où cette répartition ne permettrait pas ponctuellement de répondre à l'objectif de conservation et de réactivation des annexes latérales, la fixation de débits temporairement plus forts devrait être envisagée..

Dans un premier temps, sans attendre que le renouvellement des concessions de chute ne rende obligatoire une augmentation arbitraire du débit réservé, il est proposé une démarche expérimentale sur deux tronçons : de l'Escale au Largue d'une part et à l'amont immédiat de Mallemort (restitution au niveau de l'ouvrage de Gontard).

Le premier tronçon présente «l'avantage» d'être actuellement soumis aux débits les plus faibles ainsi qu'à une pollution marquée s'atténuant vers l'aval ; il présente par ailleurs des types géomorphologiques très différents, l'ensemble de ces caractéristiques rendant potentiellement plus tranchés (et donc plus probants) les résultats escomptables de l'expérimentation. Il présente «l'inconvénient» non rédhibitoire, entre l'Escale et le rejet d'Atochem, d'être peu accueillant au plan habitationnel, ce qui peut limiter les possibilités de réimplantation, notamment pour la macrofaune benthique. Il correspond à trois centrales E.D.F.

Le second tronçon présente une hétérogénéité habitationnelle relative, une qualité d'eau moyenne et n'implique qu'une seule centrale E.D.F.

Sur ces deux tronçons, il est proposé d'appliquer le cycle réservé suivant :

- 20 à 25 m³/s durant la période estivale du 15 juin au 15 octobre (débit «habitationnel» et de situation de crise)
- 12 à 15 m³/s du 15 octobre au 15 novembre (débit de transition)
- 5 à 6 m³/s du 15 novembre au 15 février (débit hivernal d'activité et de sensibilité limitées)
- 12 à 15 m³/s du 15 février au 15 juin (débit de déplacement et de reproduction)

pendant une période de quatre ans minimum au cours de laquelle un suivi hydrobiologique et piscicole sera mis en place.

Ce suivi pourrait intéresser 7 stations : au niveau des tronçons court-circuités bénéficiant de l'expérimentation (5 à l'aval de l'Escale et 2 à l'amont de Mallemort) + 2 stations amont (une pour chaque tronçon) ne bénéficiant pas de l'expérimentation (mettant en évidence une éventuelle évolution temporelle des peuplements non liée à l'expérimentation) ; il reposerait sur un échantillonnage du peuplement piscicole et de la macrofaune benthique (cf. précisions techniques données au chapitre 9-2-5)

Les résultats biologiques obtenus sanctionneront les effets de ce type de gestion des débits sur les peuplements en place et pourront, associés aux résultats du suivi des débits s'écoulant réellement dans le lit court-circuité proposé en parallèle (Cf. chapitre 9-1-2), servir de base à une approche objective de la notion de débit(s) biologique(s) acceptable(s) en Durance. Et par suite, ces résultats pourront guider la fixation des futures valeurs de débit réservé. L'expérimentation menée permettra par ailleurs de mieux cibler les débits nécessaires pour une réactivation de la fonctionnalité des annexes latérales.

6.2.5 EVOLUTION DES VOLUMES D'EAU TRANSITANT EN DURANCE SUITE À LA MISE EN ŒUVRE DU CYCLE RÉSERVÉ PROPOSÉ

Le tableau ci-après rappelle pour les différents ouvrages jalonnant la Durance entre Sisteron et la confluence avec le Rhône, le débit réservé associé à l'ouvrage ainsi que les volumes d'eau réservés à la rivière mensuellement et annuellement.

	Situation actuelle		
	Q Réservé (m3/s)	Vol mensuel (Mm3)	Vol annuel (Mm3)
Salignac	2,9	8	91
Escale	3	8	95
La Brillanne	3,4	9	107
Le Lague	3,6	9	114
Cadarache	4,5	12	142
Mallemort	4,6	12	145
Bonpas	4,7	12	148
			842

Ces chiffres peuvent être comparés à ceux correspondant à une situation d'application du cycle réservé proposé (les bornes supérieures des fourchettes de débits saisonniers étant retenues) et appliqué uniformément à l'ensemble du cours d'eau sans prise en compte des variations de valeur du module entre l'amont et l'aval 5Cf. tableau ci-après)

	Q cycle	QR mensuel été	QR mens. hiver	QR mens. Print	QR annuel
	(m3/s)	(Mm3)	(Mm3)	(Mm3)	(Mm3)
Salignac à Bonpas	6-15-25-15	65	16	39	477
					3 338

L'application du cycle réservé expérimental proposé à l'ensemble de la Durance se traduirait donc par une augmentation des volumes totaux annuels laissés au cours d'eau de 2 496 Mm3, ce qui peut paraître très excessif et représenter des coûts exorbitants.

La comparaison des mêmes éléments dans le cadre d'une situation future retenant comme débits réservés possibles, soit le 1/10ème soit le 1/20ème du module, relativise l'importance des modifications entraînées par l'application du cycle proposé

	Passage de QR au 1/20 ^{ème} du module			Passage de QR au 1/10 ^{ème} du module		
	Q Réserve	Vol mensuel	Vol annuel	Q Réserve	Vol mensuel	Vol annuel
	(m3/s)	(Mm3)	(Mm3)	(m3/s)	(Mm3)	(Mm3)
Salignac	5,8	15	183	11,6	30	366
Escale	6	15,5	189	12	31	378
La Brillanne	6,8	17,5	214	13,6	35	429
Le Lague	7,2	18,5	227	14,4	37	454
Cadarache	9	23,5	284	18	47	568
Mallemort	9,2	24	290	18,4	48	580
Bonpas	9,4	24,5	297	18,8	49	593
			1 684			3 368

Comparaison à un Q réservé de	Différence annuelle (Mm3)		Différence mensuelle hivernale (Mm3)		Différence mensuelle printanière (Mm3)		Différence mensuelle estivale (Mm3)	
	1/20 ^{ème}	1/10 ^{ème}	1/20 ^{ème}	1/10 ^{ème}	1/20 ^{ème}	1/10 ^{ème}	1/20 ^{ème}	1/10 ^{ème}
	du module	du module	du module	du module	du module	du module	du module	du module
Salignac	294	111	1	-15	24	9	50	35
Escale	288	98	0,5	-16	23,5	8	49,5	34
La Brillanne	263	48	-1,5	-20	22,5	4	48,5	30
Le Lague	250	23	-2,5	-22	23,5	2	47,5	27
Cadarache	193	-91	-7,5	-31	15,5	-8	41,5	18
Mallemort	187	-103	-8	-32	15	-9	41	17
Bonpas	180	-116	-8,5	-33	14,5	-10	40,5	16

Il ressort de cette deuxième comparaison que l'application du cycle proposé entraîne une augmentation de 1 654 Mm3 des volumes transitant en Durance par rapport à une situation où le 1/20ème du module serait réservé systématiquement à chaque prise d'eau, mais n'entraîne pas de modifications notables par rapport à une situation où le 1/10ème du module serait retenu comme débit réservé.

Par ailleurs, au plan local, l'application du cycle proposé correspond

par rapport à une situation où le 1/20^{ème} du module serait réservé systématiquement à chaque prise d'eau

- à une augmentation nette des volumes annuels réservés sur tout le linéaire (de + 294 Millions de m3 pour Salignac à + 180 Millions de m3 pour Bonpas)
- à une disponibilité plus importante pour la production hydroélectrique en période hivernale sur tout le linéaire
- à une augmentation également nette des volumes mensuels réservés au printemps et en été

sur tout le linéaire (de + 50 Millions de m³ pour Salignac à + 14,5 Millions de m³ pour Bonpas)

par rapport à une situation où le 1/10^{ème} du module serait réservé systématiquement à chaque prise d'eau

- à une augmentation nette des volumes annuels réservés à l'amont (+ 111 Millions de m³ à Salignac) mais à une diminution du même ordre de grandeur à l'aval (- 116 Millions de m³ à Bonpas)
- à une disponibilité plus importante pour la production hydroélectrique en période hivernale sur tout le linéaire
- à une situation mitigée vis-à-vis de cette disponibilité en période printanière
- à une augmentation sensible des volumes réservés en période estivale, alors que les besoins énergétiques sont les plus faibles

Remarque : si le passage de la situation actuelle au cycle réservé proposé représente pour la période estivale la libération de 384 Millions de m³ et peut entraîner une baisse de plusieurs mètres de la cote de Serre Ponçon et les répercussions sur les usages liés au tourisme estival, le passage d'une situation où le 1/10^{ème} du module serait réservé systématiquement à chaque prise d'eau au cycle réservé proposé ne représente plus pour la période estivale que la libération de 177 Millions de m³ ce qui limite d'autant les répercussions sur les usages liés au tourisme estival et pourrait permettre d'envisager la mise en œuvre d'aménagements à niveaux variables suivant l'évolution de la cote du plan d'eau.

6.3 RESTAURATION DES POSSIBILITES DE DEPLACEMENTS

6.3.1 LES OBSTACLES ACTUELS

La libre circulation des poissons est un principe dont le respect devrait, si on en croit le code rural (article L 234-1), servir de guide impératif à l'ensemble des opérations d'aménagement des systèmes aquatiques.

Dans le cas de la Durance dont l'aménagement repose sur une loi de programmation, comme dans beaucoup d'autres cas d'ailleurs, du moins jusqu'à une époque récente, ce principe n'a pas été respecté et trois types d'obstacles physiques sont susceptibles de contrarier les déplacements des différentes espèces de poissons le long de l'axe durancien :

- les barrages (Bonpas, Mallemort, Cadarache, L'Escale et Sisteron) tous infranchissables ;
- douze seuils de stabilisation (principalement regroupés sur deux sites : 4 au niveau de Rognonas et 4 au niveau du Puy Sainte Réparate) ou de dérivation (La Brillanne), globalement infranchissables ou difficilement franchissables, auxquels se rajoute la digue fusible du Largue,

- de très nombreuses têtes de radiers réparties sur l'ensemble du linéaire présentant au débit réservé actuel des hauteurs d'eau trop faibles pour autoriser le passage du poisson.

A ces obstacles physiques pouvait et peut probablement encore être rattaché (même si de façon moins systématique et sur une distance plus faible) un obstacle chimique aux migrations à l'aval des rejets d'Atochem.

6.3.2 GAIN ESCOMPTABLE D'UN AMENAGEMENT DES OUVRAGES

Dans l'état actuel des choses, et même si (Cf. chapitre spécifique) les débits coulant en Durance sont, exception faite de la partie la plus amont (L'Escale – La Brillanne), généralement supérieurs aux valeurs de débits réservés, le facteur le plus régulièrement limitant au plan géographique vis à vis des migrations piscicoles correspond à l'existence de débits trop faibles. Et il peut donc être admis que, tant que cet obstacle ne sera pas levé, au moins durant les périodes d'accession aux frayères, l'investissement nécessaire à l'équipement des aménagements formant obstacle aux déplacements ne pourra être suivi du bénéfice écologique escompté.

Une approche pragmatique conduit également, avant de décider la programmation de ce type d'aménagements, à apprécier quel gain piscicole peut raisonnablement être attendu de la restauration des possibilités de franchissement d'un obstacle. Et pour ce faire, il peut être pris en considération les caractéristiques du peuplement pisciaire à l'aval de l'obstacle, l'organisation de la mosaïque d'habitats sur le bief aval, notamment les possibilités de fraye offerte à chaque espèce, ainsi que le même type d'information sur les caractéristiques physiques du et/ou des bief(s) amont. Cette prise en considération doit être réalisée de façon statique (présence de tel ou tel type de frayère) mais aussi de façon fonctionnelle (disponibilité et état sanitaire de la frayère au moment de la période de fraye de l'espèce considérée).

A l'issue d'une approche sommaire et sur la base des éléments statiques acquis lors de la réalisation de la phase diagnostic de cette étude, il peut être admis que les possibilités d'accéder au(x) bief(s) supérieur(s) ne changent pas fondamentalement les possibilités de fraye des différentes espèces peuplant actuellement la moyenne et basse Durance. Des précisions gagneraient cependant à être obtenues notamment sur le comportement du poisson à l'aval des barrages (tronçons manifestant une tendance au pavage par érosion progressive) et au niveau de la composition habitationnelle précise rencontrée à l'amont de chacun des éléments composant les deux séries de seuils de stabilisation (au niveau de Rognonas et du Puy Sainte Réparate).

Seule exception à cette appréciation générale, le secteur le plus aval avec la présence de grands migrateurs, qui, sauf l'Anguille recensée jusqu'à Mallemort, sont gênés a minima par le seuil de Courtine et bloqués par le seuil 68 alors que des frayères potentielles à Alose et probablement à Lamproies existent entre ce deuxième seuil et le barrage de Bonpas. Débit potentiellement suffisant pour assurer la montaison des poissons et présence de frayères à l'amont pourrait être l'indication de l'utilité d'un aménagement de la série de seuils.

La gestion actuelle des limons véhiculés par la Durance s'oppose à cette indication en rendant les possibilités de succès de la fraye de ces espèces extrêmement faibles si elles ne sont pas inexistantes. Les chasses qui sont pratiquées au niveau de Mallemort dans le cadre du plan de protection de

l'étang de Berre rendent en effet ces frayères impropres à la fraye (vitesse de courant, turbidité, colmatage des substrats) au moment de la reproduction de ces espèces et/ou non compatibles avec la survie ou le bon développement des œufs et des alevins (teneurs en matières en suspension, colmatage des fonds, choc thermique ?) issus de la ponte. Des précisions sur ces impacts négatifs probables seront sans doute amenées par les études actuellement en cours. Il n'est cependant pas évident, n'étant pas ciblées sur cette problématique, qu'elles apporteront des certitudes. Un volet spécifique pourrait donc utilement leur être ajouté.

Sauf, ce qui est fort improbable, conclusion contraire d'un tel type d'étude, l'équipement des ouvrages situés à l'aval de Mallemort se justifie donc très difficilement en regard des espèces potamotoques (Alose et Lamproies se reproduisant en eau douce), dont par ailleurs la remontée en Durance avant aménagement reste pour le moins incertaine. Il en est de même des espèces potamotrophes (venant s'alimenter en eau douce) que sont les mulets, dont le statut durancien antérieur est mal connu, dont le comportement vis-à-vis des chasses est pour le moins incertain et qui généralement ne remontent guère à l'intérieur des terres.

Et ceci d'autant plus que les coûts mis en jeu sont loin d'être négligeables : on peut en effet compter de 100 à 500 KF par mètre de chute équipé suivant le type de passe (adaptation aux espèces ciblées) et les caractéristiques d'implantation et d'état de conservation de l'ouvrage à équiper. Les Aloses et autres espèces peu résistantes à l'effort nécessitent des passes à bassins successifs qui font partie des passes coûteuses ; d'après Michel LARINIER, en première approximation et hors contrainte particulière liée à l'ouvrage ou à son emplacement, leur coût suit grossièrement la formule :

$$490 \text{ KF} \times Q \times H$$

avec Q = débit transitant par la passe exprimé en m^3/s ; il doit être suffisant pour alimenter la passe et être perceptible à l'aval pour créer un appel du poisson

H = hauteur de chute exprimée en mètre

A ces coûts d'investissement se rajouteront par ailleurs des coûts d'entretien conséquents en raison d'un engravement probable des bassins réalisés à chaque crue transitant par le cours d'eau.

Seule l'Anguille pourrait bénéficier d'interventions spécifiques. En effet, outre la justification de sa réimplantation par des raisons historiques (elle remontait plus haut que Sisteron avant aménagement) et outre le fait que l'on soit certain qu'elle supporte les chasses pratiquées dans le cadre du plan de protection de l'étang de Berre (elle est actuellement recensée jusqu'à Mallemort), elle nécessite des aménagements beaucoup moins coûteux que les espèces précédentes (tapis brosse incliné de 0,2 à 1 m de large faiblement alimenté en eau – quelques litres à quelques dizaines de litres par seconde) et présente une capacité à franchir les obstacles en les contournant, ce qui peut le cas échéant limiter le nombre d'ouvrages à équiper.

6.3.3 CONCLUSION

Anguille exceptée, le statu quo paraît donc recommandé vis à vis des problèmes de franchissabilité des obstacles aux déplacements piscicoles en attendant d'une part une évolution des débits plancher garantis en Durance et d'autre part, en ce qui concerne les grands migrateurs, une évolution des pratiques de chasse en fin de printemps ou des aménagements restant à inventer susceptibles de redonner aux frayères spécifiques une fonctionnalité acceptable.

6.4 INTERVENTION SUR LES PLANS D'EAU

Outre les opérations visant à diminuer le comblement de certains plans d'eau, qui répondent à d'autres objectifs que ceux liés à la gestion de l'ichtyofaune, les principales interventions à vocation piscicole envisageables au niveau des systèmes d'eau calme créés sur la Durance (retenues E.D.F., souilles, amont de seuils) sont des interventions portant sur les berges.

L'idéal consisterait en un rajeunissement des roselières (Cf. chapitre spécifique) qui, indépendamment des bénéfices écologiques escomptés par ailleurs, présente l'intérêt de les rendre à nouveau fonctionnelles comme frayères et comme nurseries pour la majorité des espèces se développant dans ces eaux calmes, en l'absence d'herbiers d'hydrophytes.

Ce rajeunissement pourra être effectué de façon non uniforme (création d'encoches complètement dégagées ou de "clairières", de façon à former une certaine hétérogénéité au niveau de l'interface sol-eau. Et afin d'accentuer cette hétérogénéité, des arbustes à branches déversantes pourront être plantés : support fréquent de macrofaune benthique au stade adulte, ces arbustes sont également des frayères potentielles (notamment pour la perche) et constituent des abris d'autant plus appréciés de certaines espèces que les herbiers d'hydrophytes font défaut.

Ces interventions présentent l'avantage d'être simples et efficaces. Il n'en est pas forcément de même d'autres aménagements ponctuels qui pourraient être proposés pour répondre à des besoins particuliers : création de caches artificielles, pose de caissons ensemencés en hydrophytes, mise en place de frayères flottantes pour les plans d'eau subissant un marnage en sont les principaux.

Dans le cas des gravières, les mêmes principes d'intervention peuvent être retenus après reprofilage des berges (amoindrissement de la pente et création d'encoches dans le tracé rectiligne des bords) et le cas échéant création d'îles. Des plantations étagées de différentes espèces d'hélophytes alternant avec des plantations d'arbustes à branches déversantes au niveau des encoches dont la pente a été maintenue abrupte complètent utilement l'aménagement des caractéristiques morphologiques du site. L'aménagement de caches artificielles et la pose de caissons d'hydrophytes peuvent également être envisagés.

7

LA GESTION ET LA PROTECTION DES SITES A ENJEUX ECOLOGIQUES MAJEURS

D'une manière générale, deux objectifs peuvent être dégagés : l'instauration de **mesures de protection** sur les secteurs les plus sensibles et qui en sont dépourvus, et la mise en place de **mesures de gestion** sur les sites le nécessitant.

7.1 CHOIX DES SITES

□ Un ensemble de critères de sélection a été défini en fonction des conclusions du diagnostic, et reprend au total une trentaine de paramètres environnementaux (cf. pour plus de détail la notice jointe à la carte des enjeux). Assortis d'une pondération et cartographiés sur SIG, ils ont permis d'obtenir une hiérarchisation des sites et de faire ressortir ceux étant les plus sensibles sur le plan écologique, soit **une vingtaine de secteurs au total**.

□ En Vaucluse, la presque totalité des sites à enjeux écologiques majeurs bénéficie déjà d'un statut APB. Seul le secteur du Grand Isclon n'est pas classé. L'APB avait été en effet refusé en raison du projet du TGV méditerranéen. La construction de ce dernier n'a finalement empiété que sur les marges du Grand Isclon, le reste n'ayant pas été touché. Rappelons qu'aucune autre zone méritant un statut de protection n'a été mise en évidence en Vaucluse (hormis les roselières de Courtine, situées à parts égales sur les départements 13 et 84).

Dans les Bouches du Rhône en revanche, l'intrégralité des sites reconnus d'intérêt écologique est toujours en attente de classement APB depuis 1992. Outre leur sensibilité écologique importante, la plupart des zones sont situées en vis à vis des APB.84, formant en fait des unités géographiques indissociables.

□ En moyenne Durance, aucune protection juridique n'a été instaurée, malgré l'existence d'une dizaine de sites présentant des enjeux forts à très forts. Hormis les pelouses sèches de Vinon diminuées par des extensions agricoles, aucun site ne semble véritablement menacé à l'heure actuelle. Toutefois, le rôle des mesures de protection ne doit pas se limiter à détourner les menaces qui peuvent peser, mais doit également permettre **d'agir à titre préventif**. Bien souvent en effet, l'expérience montre que lorsqu'un projet d'envergure pèse sur un site naturel, il est déjà trop tard pour mettre en place une protection. Pour être réellement efficace et prise en compte, celle-ci doit être instituée indépendamment de tout projet.

C'est pourquoi il apparaît aujourd'hui nécessaire d'instaurer des mesures préventives sur un certain nombre de secteurs de moyenne Durance. Les APB sont souvent rapides à instaurer, et légers sur le plan administratif. Ils présentent en revanche l'inconvénient de ne pas être accompagnés de mesures de gestion et d'entretien. Cet inconvénient sera toutefois en partie pallié au travers des actions préconisées dans le cadre du schéma directeur, et/ou par la mise en place de statuts complémentaires de gestion (ENS par exemple)..

Sur le site particulier de la confluence du Verdon, la mise en place d'une Réserve Naturelle est proposée. Ce site emblématique à très forte valeur écologique héberge en effet une des plus belles ripisylve humide de la Durance, car alimentée par la Louane, le Verdon, la Levade et également par des retours d'irrigation. Certains secteurs marécageux de la retenue sont pratiquement inaccessibles, mettant ainsi la faune sauvage à l'abri des dérangements humains. Les roselières et saulaies humides accueillent le Castor, le Héron pourpré, le Râle d'eau, le Busard des roseaux, ... Plus en retrait, des friches et terres agricoles sont régulièrement inondées par les eaux du Verdon, et pourraient être rattachées au site. L'instruction d'une Réserve Naturelle permettrait d'instaurer une protection à long terme, assortie d'un programme de gestion spécifique à cette zone. soulignons que la mise en place d'une réserve est souvent assez longue, de l'ordre de 5 ans en moyenne. Ainsi, la mise en place d'un APB sur la confluence reste donc nécessaire à titre préventif, dans l'attente d'aboutir à la création d'une Réserve Naturelle.

☐ Pour ces raisons nous faisons les préconisations suivantes:

- ❖ **Maintien des 5 APB Vaucluse existants.**
- ❖ **Rédéfinition d'un périmètre APB sur le secteur du grand Isclon et extension à la zone de compensation de Quitte brayes**, validation par la préfecture de Vaucluse (environ 120 ha).
- ❖ **Classement des roselières de Courtine en APB** (environ 32 ha en Bouche du Rhône et 32 ha en Vaucluse)
- ❖ **Maintien de l'unique Réserve Naturelle Volontaire de Durance** (St Estève Janson).
- ❖ **Validation des 8 APB des Bouches du Rhône** (APB n° 13.1 à 13.8 totalisant 642 ha)
- ❖ **Classement en APB de 9 sites de moyenne Durance** présentant des enjeux majeurs :
 - étangs de Beaumont de Pertuis (53 ha)
 - pelouses sèches de Vinon sur Verdon (70 ha)
 - confluence du Verdon (env. 100 ha)
 - lit vif et ripisylve de Valensole (env. 180 ha)
 - lit vif et ripisylve des Mées (env. 400 ha)
 - aérodrome de St Auban (67 ha)
 - retenue de l'Escale (88 ha)
 - zones humides du pont de Volonne (30 ha)
 - retenue de Sisteron (50 ha).
- ❖ **Classement en Réserve Naturelle de la confluence du Verdon (100 ha)**

Récapitulatif des surfaces concernées bénéficiant ou pouvant bénéficier de mesures de protection :

	Superficies
APB déjà validés Vaucluse	869 ha
APB proposés Vaucluse	152 ha
APB proposé Bouches du Rhône	32 ha
APB en attente de validation Bouches du Rhône	642 ha
APB proposés Alpes de Haute Provence	1038 ha
Total :	2733 ha

(dont 40% en moyenne Durance et 60% en basse Durance).

La proposition de classer en APB plus de 1 000 ha de terrain en moyenne Durance représente une politique ambitieuse de protection des milieux naturels. Ces mesures, préconisées à titre préventif, doivent être appliquées de manière cohérente avec les préconisations de gestion proposées.

La mise en place d'Arrêtés de Protection de Biotopes ne consiste pas à mettre "sous cloche" les sites concernés. Au contraire, les APB doivent autoriser les travaux de réhabilitation, d'entretien et d'une manière générale toutes les opérations de gestion adaptées à leur sensibilité spécifique.

❑ Si les APB constituent des mesures de base, d'autres statuts de protection et de gestion peuvent être étudiés. Les réglementations de types Espaces Boisés Classés ou Forêt de Protection semblent délicats à employer sur les sites considérés, car ces mesures rendent tout défrichement ou changement du mode d'occupation du sol très difficiles voire impossibles. Elles sont généralement peu utilisées sur les forêts fluviales, et poseraient des problèmes de compatibilité avec les préconisations d'essartement émises sur la Durance.

En revanche, le développement de la politique Espaces Naturels Sensibles par les départements depuis 1985, permet d'utiliser un dispositif de protection plus souple. De surcroît, cette politique peut aider à dégager des moyens financiers (taxe ENS) et réglementaires (droit de préemption) pour instaurer une gestion active des sites retenus.

Le classement en ENS de sites à enjeux écologiques majeurs peut être parfois assez long à instaurer, car il réclame au préalable une étude globale à l'échelle du département, suivie le plus souvent d'études plus fines site par site. Il mérite toutefois d'être envisagé, si besoin en superposition des classements APB.

THÈMES	OBJECTIFS	site	Nature	Priorité	Tronçon	fiche	QUANTITÉ	TOTAL GENERAL			REMARQUES
								Investissement (kF)	Interventions périodiques (kF/an)	Entretien et fonctionnement (kF/an)	
LES RISQUES D'INONDATION	Amélioration écoulement	Pont de pertuis et seuil du canal de Marseille	Suppression étranglement du pont, abaissement du seuil	2	B3	B3 - 6		900			MO CG 13
LES GRAVIERS	Rétablissement de la continuité sédimentaire	Seuil 5	Aménagement du seuil	2	B3	B3 - 7	-	3 800		57	
LES GRAVIERS	Rétablissement de la continuité sédimentaire	Seuil 5 bis	Léger abaissement de la crête à moyen terme	4	B3	B3 - 8	-				
LES RISQUES D'INONDATION	Protection débordement	Seuil 5 bis	Aménagement point de déversement rive droite	2	B3	B3 - 8	-	100		3	
LES GRAVIERS	Rétablissement de la continuité sédimentaire	Seuil 6	Confortement	1	B3	B3 - 9	-	1 000		10	
LES RISQUES D'INONDATION	Protection débordement	Seuil 6	Elargissement, abaissement, confortement et point de déversement contrôlé. Suppression seuil 6 bis.	3	B3	B3 - 9	-	3 500		53	
LES MILIEUX AQUATIQUES	Amélioration de la qualité des eaux	Souilles du Puy Ste réparade	Etude qualité des eaux dans les gravières / rejets de la station d'épuration	2	B3	B3 - 11		40			
LES MILIEUX AQUATIQUES	Améliorer la qualité écologique	Souilles du Puy ste Réparade	Adoucissement de berges, création d'îlots	2	B3	B3 - 11		600		15	
SITES À ENJEUX MAJEURS	Maîtrise des accès	Souilles du Puy ste Réparade	Création de 2 parkings + Maîtrise des accès	1	B3	B3 - 11		600		20	
SITES À ENJEUX MAJEURS	Entretien d'espèce remarquable	Souilles du Puy ste Réparade	Entretien des roselières	3	B3	B3 - 11				3	
LES RISQUES D'INONDATION	Amélioration écoulement, fiabiliser système de protection, soulager les ouvrages en lit majeur.	Épis du Puy St Réparade	Travaux sur épis, terrassement	1	B3	B3 - 12	-	1 800		45	
LES RISQUES D'INONDATION	Fiabiliser système de protection	Rive droite aval Pertuis	Levée de protection, déplacement canal de janson, aménagement point de déversement, abaissement de levées et de route, arasement digue.	3	B3	B3 - 13	-	3 400		85	
SITES À ENJEUX MAJEURS	Protéger les sites remarquables	Zones du Mulet et du Tombadon	Maintien des APP 84.1 et 84.2. Validation des APP 13.1 et 13.2.	1	B3	B3 - 14	-				Coûts compris dans le suivi administratif
LES MILIEUX AQUATIQUES	Rétablissement de la libre circulation du poisson	Seuil 5, 5bis, 6, seuil du canal de Marseille	Aménagement de la franchissabilité	4	B3	B3 - 15					
LES MILIEUX AQUATIQUES	Gestion des annexes	amont Sanfla	Amélioration de l'alimentation en eau	2	B4	B4 - 1		100		5	
LES RISQUES D'INONDATION	Protection débordement	Route des Pradas	Aménagement d'une levée le long de la route	2	B4	B4 - 2	-	700		18	
L'ESPACE ALLUVIAL	Nettoyage de sites	Villelaure	Traitement de la décharge	2	B4	B4 - 3		300			
L'ESPACE ALLUVIAL	Nettoyage de sites	Le Puy ste réparade	Traitement de surface de la décharge	3	B4	B4 - 4		2 500			
LES RISQUES D'INONDATION	Protection débordement	Villelaure	Création levée de protection	3	B4	B4 - 5	-	300		8	
LES RISQUES D'INONDATION	Fiabiliser le système de protection	Entre Durance et Grande Bastide	Suppressions des épis, arasement des levées	2	B4	B4 - 6		500			
L'ESPACE ALLUVIAL	Rétablissement de l'espace de mobilité	Epi de la Grande Bastide et de Versailles	Abaissement des épis	2	B4	B4 - 7	-	3 500		70	
L'ESPACE ALLUVIAL	Rétablissement de l'espace de mobilité	Epi du château	Recul de l'épi	4	B4	B4 - 8		400			

TOTAL GENERAL											
								188 067	2 850	4 725	
THÈMES	OBJECTIFS	site	Nature	Priorité	Tronçon	fiche	QUANTITÉ	Investissement (kF)	Interventions périodiques (kF/an)	Entretien et fonctionnement (kF/an)	REMARQUES
L'ESPACE ALLUVIAL	Recharge sédimentaire	Amont Pont de Cadenet	Entailles + traversins pour recharge sédimentaire	2	B4	B4 - 9	-	300			
AUTRES	Valorisation bords de Durance	Cadenet	Étude mise en valeur du site (paysage, loisirs)	1	B4	B4 - 10		65			
LES MILIEUX AQUATIQUES	Amélioration de la qualité des eaux	Plan d'eau de St Estève Janson	Étude qualité des eaux dans la gravière / rejets de la station d'épuration	1	B4	B4 - 11		40			voir aussi dans "Autres"
AUTRES	Valorisation du site	St Estève Janson	Équipement observatoire ornithologique + entretien de la réserve	2	B4	B4 - 11	1	125		15	voir aussi dans "Les Milieux aquatiques"
LES MILIEUX AQUATIQUES	Protection capture	Gravières de St Estève	Réfection des protections de berges	2	B4	B4 - 12		1 800		45	
L'ESPACE ALLUVIAL	Réhabilitation de l'intérêt écologique	Prairie de St Estève Janson	Convention agriculteur : maintien prairie contre culture	2	B4	B4 - 13	70	ha		35	
LES MILIEUX AQUATIQUES	Gestion ruisseau	Marderic	Amélioration de la qualité de l'habitat aquatique	3	B4	B4 - 14		200		5	
L'ESPACE ALLUVIAL	Nettoyage de sites	Marderic	Traitement / Évacuation de la décharge	2	B4	B4 - 15		300			
LES RISQUES D'INONDATION	Protection débordement	Cadenet	Contrôle du calage de la digue, voire aménagement de points bas	1	B4	B4 - 16		200			Maîtrise d'œuvre CG 84
LES RISQUES D'INONDATION	Amélioration écoulement	Aval pont de Cadenet	Dégagement des dépôts de carrières, décaissement de terrasses et de bacs	2	B4	B4 - 17		600			
LES MILIEUX AQUATIQUES	Amélioration de la qualité des eaux	Cadenet	Étude qualité des eaux / rejets de la station d'épuration en Durance	1	B4	B4 - 18		40			
LES RISQUES D'INONDATION	Protection débordement	Camping de Cadenet	Réaménagement de digue, suppression d'épis	2	B4	B4 - 19		2 000		40	
LES MILIEUX AQUATIQUES	Gestion des annexes	Aval Gontard	Création d'une île + réhabilitation prise Craponne	2	B4	B4 - 20		600		12	
L'ESPACE ALLUVIAL	Rétablissement de l'espace de mobilité	Puyvert	Culture dans zone de mobilité recherchée	2	B4	B4 - 21	12	ha			
LES RISQUES D'INONDATION	Eviter rupture	Epis de Puyvert	Abaissement et recul d'épis	3	B4	B4 - 21		2 500		38	
LES RISQUES D'INONDATION	Gestion des débordements	Puyvert	Sécurisation du système de protection	2	B4	B4 - 22		1 300		33	
SITES À ENJEUX MAJEURS	Protéger les sites remarquables	Zone de Janson	Maintien de l'APB 84.3. Validation de l'APB 13.3, maintien RNV, renouvellement réserves de chasse et de pêche.	1	B4	B4 - 23	-				Coûts compris dans le suivi administratif
LES RISQUES D'INONDATION	Programme de protection	De Lauris à Mallemort	Protection des secteurs habités sur les deux rives	1	B5	B5 - 1	-	30 000		300	Partiellement réalisé.
LES RISQUES D'INONDATION	Eviter rupture	Epi des Vachons	Abaissement de l'épi	2	B5	B5 - 2		300		3	
LES GRAVIERS	Régularisation du lit	Plan d'eau de la Roque	Arasement de l'ancien lit, réengrèvement de l'ancien plan d'eau	1	B5	B5 - 3		1 500			
LES MILIEUX AQUATIQUES	Amélioration de la qualité des eaux	La Roque d'Anthéron	Étude qualité des eaux / rejets de la station d'épuration dans un bras secondaire	2	B5	B5 - 5		40			
LES MILIEUX AQUATIQUES	Amélioration de la qualité des eaux	La Roque	STEP: implantation lagunage	2	B5	B5-5					MO Commune

THEMES	OBJECTIFS	site	Nature	Priorité	Tronçon	fiche	QUANTITE	TOTAL GENERAL			REMARQUES
								Investissement (kF)	Interventions périodiques (kF/an)	Entretien et fonctionnement (kF/an)	
L'ESPACE ALLUVIAL	Rétablissement de l'espace de mobilité	La Roque Hauturière	Décaissement de la terrasse haute	2	B5	B5 - 6	-	5			réutilisation dans projet de protection de La Roque/Mallemort
LES RISQUES D'INONDATION	Protection débordement	Puget	Arasement de l'épi du Village + renforcement voie ferrée	1	B5	B5 - 7	-	600		6	
LES RISQUES D'INONDATION	Protection débordement	Puget	Arasement de l'épi de la Tapy	3	B5	B5 - 7	-	400		8	
LES MILIEUX AQUATIQUES	Gestion des annexes	Restegat	Décolmatage des lînes longeant les cultures	2	B5	B5 - 8				9	
SITES A ENJEUX MAJEURS	Protéger les sites remarquables	Zone de Restegat, zone de Pradelle	Maintien de l'APB B4.4. Validation de l'APB B3.4, maintien RNV, renouvellement réserves de chasse sur barrage de Mallemort.	1	B5	B5 - 9	-				Codis compris dans le suivi administratif
L'ESPACE ALLUVIAL	Rétablissement de l'espace de mobilité	Mallemort / les Pradelles	Friches et bois dans zone de mobilité recherchée. Maîtrise foncière de la partie hors DP5	2	B5	B5 - 10	15 ha	110			voir aussi dans "Les Milieux aquatiques"
LES MILIEUX AQUATIQUES	Gestion des annexes	Pradelle	Création d'une île et alimentation en eau d'une friche contre la digue d'entonnement du barrage	2	B5	B5 - 10		800		20	voir aussi dans "L'Espace Alluvial"
LES LIMONS	Ralentissement de dépôts, reprise partielle des bancs colmatés	Barrage de Mallemort	Effacement plus fréquent.	1	B5	B5-11	-				Opération a priori neutre pour EDF
LES RISQUES D'INONDATION	Gestion des débordements	Canal EDF	Prévention des risques de dégradation en cas de submersion, atténuer l'effet d'obstruction (étude complémentaire).	2	B5	B5 - 12		300			Etude seulement (MO EDF)
L'ESPACE ALLUVIAL	Protection contre les érosions	Canal de Mérindol	Reprise protection longitudinale	2	B5	B5 - 13		5 000		125	
L'ESPACE ALLUVIAL	Rétablissement de l'espace de mobilité	Charleval / Colombier	Culture dans zone de mobilité recherchée. Recul de l'épi	3	B5	B5	3 ha	120			
LES MILIEUX AQUATIQUES	Rétablissement de la libre circulation du poisson	Mallemort	Aménagement de la franchissabilité	4	C1	C1 - 1					
LES RISQUES D'INONDATION	Protection débordement	Nord de la voie ferrée, Mérindol	Contrôle de la berge du canal, fermeture d'ouvrage sous voie ferrée, aménagement des d'âne ouvrage principal, ouverture petit ouvrage sous RD.	1	C1	C1 - 2	-	400		4	
LES RISQUES D'INONDATION	Amélioration écoulement	RD2 Pont de Mallemort	Ouverture d'un ouvrage	2	C1	C1 - 3	-	5 000		50	
LES RISQUES D'INONDATION	Protection débordement	Quartier du pont à Mallemort	Construction d'un muret de protection	2	C1	C1 - 4		800		8	
L'ESPACE ALLUVIAL	Rétablissement de l'espace de mobilité	Mérindol	Maîtrise foncière de 3,5 ha de culture dans la ripisylve	3	C1	C1 - 5	3,5 ha	150			
LES MILIEUX AQUATIQUES	Gestion des annexes	Mérindol	Décolmatage partiel des bras et nettoyage	2	C1	C1 - 5		250		10	
LES CRAVIERES	Assurer une recharge des matériaux	Gravrières captées de Mallemort	Élargissement du lit	1	C1	C1 - 6	-		500		Action sur 10 ans
LES CRAVIERES	Assurer une recharge des matériaux	Gravrières captées de Mallemort	Aménagement des épis	4	C1	C1 - 7	-	2 000		10	
LES RISQUES D'INONDATION	Protection débordement	digue des carrières à Mallemort	Aménagement d'un point de réversement, reprofilage du terrain, aménagement de digue	1	C1	C1 - 8	-	1 300		33	

TOTAL GENERAL											

THÈMES	OBJECTIFS	site	Nature	Priorité	Tronçon	fiche	QUANTITÉ	TOTAL GENERAL			REMARQUES
								188 067	2 850	4 725	
SITES À ENJEUX MAJEURS	Protéger les sites remarquables	Zone de Peyrevert	Validation de l'APB 13.6	1	C3	C3 - 7	-				Codis compris dans le suivi administratif
LES RISQUES D'INONDATION	Protection débordement	Peyrevert	Digue à réaliser	2	C3	C3 - 8		2 500		63	
LES LIMONS	Réduire alluvionnement	Barrage de Bonpas	Réaménagement de la prise d'eau, ou recherche d'un effacement accru du barrage	2	C3	C3 - 9					
LES MILIEUX AQUATIQUES	Rétablissement de la libre circulation du poisson	Bonpas	Aménagement de la franchissabilité	4	C3	C3 - 10					
LES RISQUES D'INONDATION	Amélioration écoulement	Ponts de Bonpas	Arasements de bancs	2	C4	C4 - 1		1 200			
LES RISQUES D'INONDATION	Protection débordement	Noves	Aménagement d'ouvrage autoroutier, rehaussement de digue	2	C4	C4 - 2		400		10	
LES RISQUES D'INONDATION	Protection débordement	Digues des Alpines à Noves	Contrôle topographique de la digue et relèvement si nécessaire	1	C4	C4 - 3		2 000		50	
LES RISQUES D'INONDATION	Protection débordement	Digues des Alpines à Châteaurenard	Contrôle topographique de la digue et vérification de sa structure, arasement et recul d'épis, aménagement d'un point d'écoulement.	2	C4	C4 - 4		5 000		125	
OBSERVATOIRE DURANCE	Annexes	Suivi Coude de la Cadache	Suivi de l'enlèvement + pose barrière + entretien du site	2	C4	C4 - 5		50		5	
L'ESPACE ALLUVIAL	Nettoyage de sites	Zone de la Malaubière.	Traitement décharge et nettoyage des restes d'extraction	2	C4	C4 - 6	-	1 000		10	Codis compris dans le suivi administratif
SITES À ENJEUX MAJEURS	Protéger les sites remarquables	Zone de la Malaubière.	Validation de l'APB 13.7	1	C4	C4 - 6	-				Codis compris dans le suivi administratif
LES RISQUES D'INONDATION	Renforcer les digues	Digue palrière	Renforcement	1	C4	C4 - 7		8 000		120	
LES GRAVIERES	Protection de seuil	Seuils 67 et 68	Renforcement du radier de pied	1	C5	C5 - 1		4 500		45	
LES MILIEUX AQUATIQUES	Rétablissement de la libre circulation du poisson	Seuils CNR, 67, 68	Aménagement de la franchissabilité	2	C5	C5 - 2		2 000		40	
LES LIMONS	Ralentissement de dépôts	Seuils 67 et 68	Équipement de passes de délimonements	2	C5	C5 - 3		5 000		250	
LES RISQUES D'INONDATION	Faciliter les écoulements	Châteaurenard	Arasement épis	2	C5	C5 - 4		1 000		15	
LES RISQUES D'INONDATION	Faciliter les écoulements	Châteaurenard	Arasement épis	4	C5	C5 - 4		800		12	
LES RISQUES D'INONDATION	Protection débordement	Entre ponts de Barbentane et de Rognonas	Arasement de terrasses pour amélioration de la revanche	2	C5	C5 - 5		5 200		50	
SITES À ENJEUX MAJEURS	Protéger les sites remarquables	Courtine	Maîtrise des accès	1	C5	C5 - 6		40		5	
L'ESPACE ALLUVIAL	Réhabilitation de l'intérêt écologique	Courtine	Réhabilitation et entretien de 4 ha de bancs	3	C5	C5 - 6		1 600		2	
LES LIMONS	Ralentissement de dépôts, reprise partielle des bancs colmatés	Seuil CNR	Ouverture d'une brèche	2	C5	C5 - 7		1 000			
LES MILIEUX AQUATIQUES	Amélioration de la qualité des eaux	Angoulon	Étude qualité des eaux dans la zone de confluence / rejets de la station d'épuration	2	C5	C5 - 8		40			

THÈMES	OBJECTIFS	site	Nature	Priorité	Tronçon	fiche	QUANTITÉ	TOTAL GENERAL			REMARQUES
								188 067	2 850	4 725	
OBSERVATOIRE D'URANCE	Suivi Durance	Traitement de données	Acquisition PC + écran 21 pouces couleur	1	Observatoire			25		5	
OBSERVATOIRE D'URANCE	Suivi Durance	Traitement de données	Acquisition Imprimante A0 couleur	1	Observatoire			25		4	
OBSERVATOIRE D'URANCE	Suivi Durance	Traitement de données	Formation SIG 5 jours	1	Observatoire			15			
OBSERVATOIRE D'URANCE	Suivi Durance	Traitement de données	Acquisition fond cartographique IGN 1/25000 numérique	1	Observatoire			50		6	
OBSERVATOIRE D'URANCE	Suivi Durance	Traitement de données	Mise à jour régulière des données engrangées sur SIG et traitement informatique des différents types de suivis scientifiques	1	Observatoire					80	
OBSERVATOIRE D'URANCE	Suivis Faune / Flore	Levés avant travaux	Levés systématiques avant tout travaux perturbant pour le milieu naturels (entailles, arasement de terrasses, essartage de terrasses boisées basses)	1	Observatoire					35	
OBSERVATOIRE D'URANCE	Suivis Faune / Flore	Suivis Avifaune	Avifaune, suivi annuel sur 12 sites particuliers	1	Observatoire					20	
OBSERVATOIRE D'URANCE	Suivis Faune / Flore	Suivis Avifaune	Avifaune, suivi complet (1 an/5)	1	Observatoire					15	
OBSERVATOIRE D'URANCE	Végétation / évolution des milieux	Traitement de données	Photo-interprétation + carte végétation + traitement des données	1	Observatoire					6	
OBSERVATOIRE D'URANCE	Suivi administratif		Suivi global du schéma directeur, animation auprès des communes, mise en place des opérations...	1	Observatoire					200	
OBSERVATOIRE D'URANCE	Suivi du profil en long		Profil en long tous les 10 ans minimum	1	Observatoire					20	
OBSERVATOIRE D'URANCE	Suivi morphologique		Profil en travers + levés topo locaux	1	Observatoire					28	
OBSERVATOIRE D'URANCE	Suivi de la nappe	réseau piézomètres	remise en état des piézomètres existants et pose de nouveaux piézomètre	1	Observatoire			840		65	
OBSERVATOIRE D'URANCE	Suivi de la nappe	Traitement de données	relevé des piézomètres et analyse	1	Observatoire					200	
LES MILIEUX ALLUVIAUX	Elargissement de l'espace de mobilité		Ouverture du chenal essarté dans les marges boisées basses	1	Observatoire						ensemble de la surface (X ha) en 20 ans

Niveau de priorité :

- 1 Action urgente (délai 1/3 ans)
- 2 Action à programmer à court terme (programme à 10 ans)
- 3 Action à programmer à moyen terme (pas indispensable dans programme décennal)

8.3 COÛTS ET PRIORITES

8.3.1 COUTS D'INVESTISSEMENT

Somme des investissements par tronçons en fonction des priorités (en kF)

Tronçon	Priorité				Total
	1	2	3	4	
A0	0	0	0	0	0
A1	5 000	170	0	0	5 170
A2	4 800	0	4 400	1 100	10 300
A3	3 000	40	0	0	3 040
A4	0	0	0	0	0
A5	4 400	5 450	130	2 600	12 580
B1	0	15	250	0	265
B2	8 000	1 460	700	0	10 160
B3	5 200	7 740	8 600	0	21 540
B4	345	12 125	5 500	400	18 370
B5	32 100	6 555	520	0	39 175
C1	1 700	10 200	650	2 000	14 550
C2	0	5 060	0	0	5 060
C2	0	0	450	0	450
C3	600	6 500	0	0	7 100
C4	10 000	7 650	0	0	17 650
C5	4 540	14 240	1 600	800	21 180
Ensemble Durance	150	0	0	0	150
Observatoire	1 327	0	0	0	1 327
Total	81 162	77 205	22 800	6 900	188 067

Investissements 1 + 2 158 367 kF (Sur 10 ans)

Somme des investissements par thèmes en fonction des priorités (en kF)

THÈMES	Priorité				Total
	1	2	3	4	
AUTRES	65	185	0	0	250
LES GRAVIERS	21 000	3 800	0	2 000	26 800
LES LIMONS	0	6 000	0	0	6 000
LES MILIEUX AQUATIQUES	680	8 530	200	0	9 410
LES RISQUES D'INONDATION	55 500	38 950	15 000	4 500	113 950
L'ESPACE ALLUVIAL	1 800	18 570	7 470	400	28 240
OBSERVATOIRE DURANCE	1 327	70	0	0	1 397
SITES À ENJEUX MAJEURS	790	1 100	130	0	2 020
Total	81 162	77 205	22 800	6 900	188 067

8.3.2 – COUTS D'ENTRETIEN

Somme des coûts périodiques par tronçons en fonction des priorités (en kF)

Somme Coûts (kF/an)	Priorité				Total
Type d'action	1	2	3	4	
Entretien ouvrages neufs	914	1 171	294	115	2 494
Gestion espaces naturels	205	226	10	105	546
Interventions périodiques	2 700	150	0	0	2 850
Observatoire	1 656	30	0	0	1 686
Total	5 474	1 577	304	220	7 575

Entretien ouvrages neufs 1 + 2	11 866	kF	(Sur 10 ans)
Gestion espaces naturels 1 + 2	2 534	kF	(Sur 10 ans)
Interventions périodiques 1 + 2	23 475	kF	(Sur 10 ans)
Observatoire 1 + 2	14 177	kF	(Sur 10 ans)
Total 1 + 2	210 419	kF	(Sur 10 ans)

Somme des coûts périodiques par thèmes en fonction des priorités (en kF)

THÈMES	Priorité				Total
	1	2	3	4	
AUTRES	0	15	0	0	15
LES GRAVIERS	660	57	0	10	727
LES LIMONS	0	250	0	0	250
LES MILIEUX AQUATIQUES	90	219	5	0	314
LES RISQUES D'INONDATION	778	543	264	105	1 690
L'ESPACE ALLUVIAL	2 203	454	32	105	2 794
OBSERVATOIRE DURANCE	1 619	35	0	0	1 654
SITES À ENJEUX MAJEURS	125	5	3	0	133
Total	5 474	1 577	304	220	7 575

9

ELEMENTS POUR LA CREATION D'UN OBSERVATOIRE DE LA DURANCE

La mise en place d'un observatoire écologique doit permettre de répondre à trois objectifs prioritaires :

- évaluer en permanence **l'état biologique et l'état physique de la rivière,**
- évaluer les **conséquences du programme d'actions engagé,**
- améliorer les **connaissances scientifiques,**
- valider les **hypothèses prises dans le cadre de la présente étude.**

Au fur et à mesure des observations et des analyses qui seront dégagées, les aménagements en cours et les choix techniques pourront être affinés progressivement.

Les préconisations de suivis peuvent être détaillées au travers de deux grands thèmes : suivi du milieu physique et suivi du milieu biologique.

Un des outils de base du suivi de l'état physique et biologique de la Durance sera la réalisation d'une campagne de photographies aériennes tous les 4 ans environ (pour suivre le rythme des essartements).

Ce sera la poursuite de la politique menée de longue date par le SMAVD, étendue à la Moyenne Durance.

9.1 MESURES DE SUIVI DU MILIEU PHYSIQUE

9.1.1 SUIVI DE LA MORPHOLOGIE DU LIT

Le suivi du profil en long de la Durance permettra de contrôler les évolutions du lit en altitude pour vérifier la pertinence des prévisions réalisées dans la présente étude et prendre en compte la diversité de l'activité hydrologique selon les périodes.

Son analyse s'appuiera sur la comparaison avec le profil en long de référence (cf. § 2.4).

Il permettra d'engager les actions subordonnées à l'évolution du lit, qu'il s'agisse de l'abaissement des seuils au fur et à mesure du réengrèvement du lit, ou au contraire de la mise en place de mesures de stabilisation du lit en cas d'abaissement excessif dans les tronçons déficitaires. Pourront être également engagées des opérations ponctuelles de curage lorsque le niveau du lit dépasse de manière significative le profil en long de référence (écart supérieur à 0.5 m sur plus de 500 m).

Sur la majeure partie du linéaire étudié, une ligne d'eau au débit réservé est le meilleur indicateur du niveau du lit. Les comparaisons sont aisées (débits toujours comparables) et le levé d'une ligne d'eau permet de lisser les anomalies locales (alternances seuil / mouille).

Font exception les souilles d'extraction, notamment au droit d'Avignon et les retenues EDF : seul un suivi de profils en travers permettra d'apprécier les évolutions.

Les fiches par tronçons mentionnent les secteurs où ce suivi paraît prioritaire. Il conviendra cependant de réaliser à intervalle régulier un levé d'ensemble du profil en long (tous les 10 ans minimum, ainsi qu'après de fortes crues).

Le suivi de profils en travers doit être plus ciblé. Il doit nécessairement être réalisé sur des profils bornés pour être comparatif.

Il sera réalisé notamment dans les cas suivants :

- suivi de l'évolution des retenues EDF (suivi déjà assuré normalement par EDF) : il faudra définir les modalités d'accès de l'Observatoire à ces levés.
- suivi de l'évolution des souilles : prévoir entre 3 et 5 profils par souille en amont des seuils 5 et 6 (fréquence du levé : environ 5 ans) et des seuils 67, 68 et CNR (fréquence : 2 ans). Sur ces dernières souilles, le suivi est en relation directe avec le suivi de l'impact des restitutions à Mallemort.
- suivi de l'évolution des marges boisées basses, notamment dans le cadre des nouveaux modes d'essartement les plus ambitieux. Prévoir une vingtaine de profils au total, suivis tous les 2 ans (2 levés par cycle d'essartement), répartis entre les deux tronçons tests pour le mode d'essartement B2 (zone de Dabisse aux Mées, Mallemort/Cheval Blanc) ainsi que sur un secteur à mise en œuvre plus prudente de ce mode de gestion (par exemple, Lauris/Charleval).

Dans tous les cas, la réalisation des profils en travers devra être accompagnée d'un relevé de la nature des formations superficielles et de la description des unités végétales rencontrées.

L'analyse des photographies aériennes permettra de suivre les changements de style morphologique dans les différents tronçons, en s'appuyant sur la typologie élaborée dans cette étude.

9.1.2 SUIVI DES DEBITS

La connaissance des débits réels en Durance doit être un objectif central de l'Observatoire, tant en étiage qu'en régime de hautes eaux et en crue.

Il faudra pour cela que l'Observatoire constitue en continu une base de donnée des débits effectifs sur chaque tronçon, à partir des débits déversés et turbinés par EDF, ainsi que des apports des affluents mesurés par la DIREN.

Outre les valeurs localisées relevées en continu et les mesures de la DIREN, des jaugeages ponctuels seront réalisés à quatre reprises dans l'année sur un nombre de points plus conséquent du linéaire Durancien afin de mieux cerner les apports issus des retours agricoles directs et/ou de la réalimentation de la nappe par infiltration.

Lors des crues exceptionnelles (supérieures à 2500 m³/s), le relevé précis de laisses de crue doit être systématique.

9.1.3 SUIVI DES FLUX DE SEDIMENTS

En ce qui concerne **les limons**, EDF suit de près les concentrations des eaux de la Durance pour définir sa politique de restitution. Il paraît fondamental que l'Observatoire puisse accéder à ces mesures en continu, de façon à suivre l'évolution des flux de limon en Durance (déversés à l'Escale et Cadarache, restitutions à Mallemort). Pour être vraiment exploitables, ces données de concentration doivent être associées aux données de débit correspondantes.

Pour **les graviers**, on appuiera les réflexions ultérieures sur un suivi des flux potentiels calculés à partir des débits effectifs observés chaque année.

Une fois acquise la connaissance des débits effectifs en Durance, il sera immédiat d'évaluer la capacité de transport sur l'année à partir des lois de transport solide mises en œuvre dans l'étude, de façon à apprécier les variations relatives d'une année à l'autre.

Ce suivi simple permettra de quantifier l'écart de l'activité morphologique par rapport à la moyenne.

En parallèle, l'avancée des langues de gravier dans les zones en cours de réengrèvement sera un moyen d'accéder à une mesure du transport de gravier effectif : pour cela, la topographie de la langue sera levée tous les 3 à 4 ans.

D'autres mesures de suivi des flux de sédiment peuvent être envisagées : mesure périodique de la granulométrie de surface des matériaux en quelques points caractéristiques, suivi topographique ou photographique de l'évolution locale de bancs ou de bras, ... Ces protocoles de suivi seront valablement développés dans le cadre de travaux universitaires.

9.1.4 SUIVI DE LA NAPPE

Suivi d'un réseau piézométrique sur la basse et la moyenne Durance.

9.1.5 SUIVI DES EFFETS DES NOUVEAUX MODES D'ESSARTEMENTS

❑ Les nouveaux modes d'essartement proposés sont tout à fait expérimentaux, n'ayant jamais été testés à de grandes échelles et dans des contextes similaires. Ils demandent par conséquent un **suiti obligatoire**.

Ce suivi s'intéressera plus particulièrement:

- aux effets sur la morphologie du lit, notamment la mobilité des bras et l'enlèvement du lit,
- aux effets sur la mosaïque végétale, notamment en terme de diversité des unités végétales et de retour des espèces pionnières,
- aux effets sur la diversité du milieu aquatique, notamment en ce qui concerne la contribution de la végétation et des bois morts à celle-ci,
- aux impacts sur la faune, des travaux "lourds" d'essartement de la forêt ou de terrassement.

Cinq sites sont proposés afin de tester les différentes options d'essartement proposées. Les modalités de suivi devront être définies de façon précise lors de la mise au point d'un protocole expérimentale.

Les paramètres portant sur la vitesse et la nature de l'évolution des boisements réclameront probablement des études complémentaires sur le fonctionnement des marges latérales. Il manque en effet aujourd'hui des données précises sur **l'impact des rejets d'irrigation** sur la végétation. Sans pour autant entreprendre une étude d'envergure, quelques-uns des sites tests pourraient être étudiés de ce point de vue. Par ailleurs, on manque aujourd'hui de données concrètes sur les possibilités réelles d'utiliser les eaux excédentaires pour maintenir des zones humides et pour recharger la nappe (lien avec les modifications des pratiques d'irrigation, surcoûts du maintien des pratiques actuelles, etc.).

Le suivi devra être instauré à long terme, car seule une analyse de la rivière sur une très longue période pourra apporter une connaissance précise et pragmatique en matière de gestion par l'essartement. Un suivi **sur au moins 20 ans (soit cinq cycles d'entretien)** est nécessaire.

Les cinq sites proposés sont :

- le secteur de **la Font du Pin** (expérimentation du mode B2 ambitieux sur un secteur où l'espace disponible est très important, intégration des marges boisées par bandes de 100 m).
- la zone de **Dabisse** (Les Mées) pour tester le mode B2 ambitieux (bandes essartées d'au moins 100 m de large)

En fonction des résultats obtenus sur ces deux premiers sites **les essartements de type B2 ambitieux pourront éventuellement être appliqués à une plus grande échelle sur la rivière**.

- la zone du **plan du pas d'Auquet** (Valensole) pour tester l'option B2 (secteur de type 2, intégration des marges boisées dans le chenal essarté par bandes de 30 à 50 m de large, lînes exclues de la bande essartée).

- le secteur de **Peyrolles en Provence** (lit très abaissé, réduction au minimum des pratiques d'essartement)
- le tronçon figé de **Caumont** (arasement de bancs, gestion par essartement).

)/ **Les modalités d'essartement seront périodiquement redéfinies en fonction de l'actualisation des données.**

9.1.6 SUIVI DE L'EVOLUTION DES SOUILLES DU LIT VIF

Le suivi de deux sites, où les enjeux écologiques sont forts et la dynamique d'évolution très rapide, est souhaitable. Il s'agit de :

- la zone de Courtine
- les souilles 68 et 67.

□ Sur **Courtine**, les paramètres suivis devront permettre de préciser les mesures d'entretien nécessaires, et de quantifier l'impact du rajeunissement des bancs.

- Suivi de la reprise des Roseaux (vitesse des repousses, densité des formations végétales). Lien avec la hauteur des terrasses décapées. L'implantation de transects de suivis sera probablement nécessaire. Un relevé floristique annuel, voire bisannuel les premières années, permettrait de suivre finement la reprise des Roseaux (relevés le long des transects par la méthode des "points contacts"). De même, l'implantation de parcelles de suivi phytosociologique aiderait à la fois à analyser l'évolution d'un point de vue qualitatif (types de groupement végétaux en place) et quantitatif (coefficient d'abondance/dominance). Un suivi photographique serait utile.

- Impact sur l'avifaune (augmentation ou diminution du nombre de couples par espèce...). Quelques espèces clés pourraient être suivies pour affiner l'analyse : Blongios nain, Lusciniole à moustache, Rousserolle effarvate...

- Vitesse de réenlimonement des bancs et de colmatage des chenaux (lien avec les hauteurs de terrasses décapées, et les lâchers de délimonage de Cadarache).

□ Sur **les souilles 68 et 67**, le type de suivi sera différent, car les bancs de limon affleurent à peine. Il s'agira donc d'analyser l'évolution du colmatage des souilles, et l'impact des passes mobiles. Si les bancs viennent à s'exhausser, on définira un protocole de suivi de la végétation qui ne manquera pas de se développer.

Dans les deux cas, un suivi sur au moins une quinzaine d'années est souhaitable.

9.2 MESURES DE SUIVI DU MILIEU BIOLOGIQUE

9.2.1 SUIVI DE L'EVOLUTION DE LA VEGETATION ET DE LA DIVERSITE DES MILIEUX

L'analyse géographique de l'espace alluvial Durancien à deux périodes (1958-1997) a fourni un grand nombre de données, qui n'aurait pu être obtenu de façon aussi objective par d'autres moyens (voir rapport diagnostic). Elle n'a pas permis bien sûr de répondre à toutes les interrogations sur le fonctionnement et l'évolution actuelle des milieux alluviaux, qui nécessiteraient d'autres investigations, mais elle a mis en évidence la nécessité de suivre **l'évolution de l'occupation de la vallée alluviale**. La modification du régime hydrologique et les extractions en lit mineur ont ainsi eu des répercussions profondes sur cet espace : très fortes conquêtes agricoles, spectaculaire transformation végétale, pénalisation de l'habitat aquatique, etc. Il est fort probable que l'espace alluvial Durancien connaisse encore bien des évolutions notables. Un suivi régulier et programmé de l'occupation de l'espace alluvial est donc indispensable pour mener une gestion à long terme.

Au delà de l'obtention de données objectives et quantitatives sur le milieu, ce suivi permettra en effet de comprendre les évolutions futures. L'analyse de la mosaïque végétale (surface, agencement, composition et répartition des unités végétales), est un critère particulièrement révélateur de la dynamique fluviale et de l'intérêt biologique existant. Certaines unités végétales "évoluées" témoignent ainsi de la déconnection entre le lit vif et ses marges et de l'exhaussement relatif de celles-ci; elles peuvent servir d'indicateurs de suivi de l'enlèvement latéral et de l'incision du lit. Une carte réactualisée périodiquement permettrait donc de **suivre l'évolution à long terme** avec précision, voire d'anticiper certaines évolutions dommageables.

Ce suivi nécessitera régulièrement des survols aériens de la vallée, avec prises de vues en verticale. Il s'appuiera donc sur les survols aériens effectués tous les 4 ans. Des photointerprétations partielles seront réalisées sur certains tronçons pour chaque survol et une photo-interprétation complète tous les 12 ans sera nécessaire pour analyser l'évolution générale de la Durance. La photointerprétation intermédiaire (tous les 4 ans) sur des sites particuliers est indispensable pour comprendre les **mécanismes** d'évolution de la forêt alluviale. L'étude a en effet mis en évidence de nombreuses difficultés pour interpréter certaines évolutions sans une analyse plus fine dans le temps : maintien de la populaie noire, passage très rapide à des stades évolués, etc.

Pour faciliter ce suivi, la photointerprétation doit être réalisée au fur et à mesure de l'obtention des clichés, ce qui permet de se "recaler" sur le terrain. Il est par ailleurs bien évident que l'exploitation de la photointerprétation nécessite obligatoirement leur mise en forme sur Système d'Information Géographique, en profitant de la base de donnée réalisée lors du diagnostic de cette étude. Les principaux paramètres à suivre seront au minimum ceux étudiés dans la phase diagnostic, comme base de comparaison.

□ La diversité des milieux est fortement révélatrice des potentialités biologiques de la rivière et de ses capacités d'accueil faunistique et floristique. L'indice de complexité employé pour le diagnostic de l'étude pourra notamment être repris comme paramètre de suivi. Pour permettre une comparaison périodique, on veillera à réutiliser la même méthodologie (méthode de calcul, espacement entre les transects). Cet indice ne devra toutefois être pris qu'à titre indicatif : il

témoigne de la complexité de la répartition spatiale des unités de végétation, sa relation avec la diversité biologique au sens strict reste à préciser. Il ne peut permettre à lui seul d'interpréter l'évolution des milieux, et doit être étudié conjointement avec les autres paramètres analysés : suivis de la végétation par photo-interprétation, suivis des populations faunistiques, études des paramètres physiques (transit sédimentaire, profil en long...). Par ailleurs, les méthodes d'analyses employées lors du diagnostic ne doivent pas constituer un cadre rigide pour le suivi scientifique à venir, mais doivent au contraire pouvoir évoluer en fonction des connaissances acquises.

9.2.2 SUIVI DE L'EVOLUTION GLOBALE DES MILIEUX AQUATIQUES

□ L'évolution de la qualité des **milieux aquatiques** sera pour partie approchée au travers de la photo-interprétation : calcul et analyse des linéaires de berges, et de "ripisylve mouillée". Des investigations de terrain seront par ailleurs nécessaires et, en particulier, il est souhaitable de réaliser un bilan précis de l'état des annexes latérales : typologie, fonctionnalité, intérêt réel pour le poisson etc... Cette étude réclamera un très important travail d'acquisition de données, seul moyen efficace pour connaître et comprendre précisément le fonctionnement de ces annexes latérales. Enfin, les modifications impliquées par le changement de débit réservé nécessiteront de suivre l'état des populations piscicoles et d'approcher la qualité réelle de l'habitat (mesures physico-chimiques, évolution des caractéristiques habitationnelles, pêches électriques...). Ces analyses devront être menées en concertation avec les fédérations de pêche et de protection des milieux aquatiques ainsi qu'avec le Conseil Supérieur de la Pêche. Elles pourront compléter ou/et remplacer certains programmes existants par ailleurs (études EDF...).

□ Une partie du suivi des annexes latérales sera effectuée en corrélation avec l'expérimentation des modes d'essartement (voir plus haut). Il importe en revanche de compléter les informations recueillies par l'étude de trois sites particuliers : le Restegat en amont rive droite du Barrage de Mallemort, la zone de lône et ripisylve humide sur Valensole en face de l'Aire de repos de Manosque et la ripisylve humide des Mées (entre l'aire de repos de Ganagobie et la Brillanne). Ces deux secteurs ont été sélectionnés pour leur intérêt écologique majeur.

Les objectifs du suivi sont de mettre en évidence :

- le fonctionnement actuel de ces annexes :
 - rôle et intérêt des différentes sources d'alimentation en eau
 - type de connection avec le Durance
 - vitesse de colmatage après réhabilitation
- la richesse faunistique et floristique de ces milieux "reliques" :
 - état initial des peuplements (végétaux, invertébrés et poissons) et approche des variations temporelles de fréquentation
 - évolution des peuplements après réhabilitation et gestion des sites
- l'influence des nouveaux modes d'essartement :
 - sur les terrasses basses entre lônes et Durance (cas de Valensole)
 - ~~sur les lônes courantes du Restegat. Influence des reconnections sur la vitesse de colmatage des bras (effets négatifs ou positifs).~~

- En dehors de ces deux sites, les lînes réhabilitées seront également suivies, dans une perspective d'analyse des travaux réalisés, d'évolution des annexes créées ou décolmatées, et d'impact sur les espèces aquatiques. Sont concernées les lînes sur les secteurs suivants : Beaumont de Pertuis, aval seuil B, Sanfla, aval Gontard, Pradelle, aval la Roquette, Mérindol, Redourtié / cheval blanc, et Quitte brayes.

9.2.3 SUIVI DES REAMENAGEMENTS DE GRAVIERES

L'analyse de l'efficacité des travaux sera particulièrement importante par la suite pour mettre en place les programmes de **réhabilitation des sites encore en cours d'exploitation**.

Trois zones sont pressenties pour mettre en place un suivi : **la gravière de la Ferratière** (le Puy Ste Réparate), **les gravières capturées de Mallemort** et enfin **le Domaine de Plantain-Les Chapeliers à Peyrolles**.

Au Puy Ste Réparate, les observations porteront sur la vitesse de végétalisation des berges après adoucissement des pentes. Une zone témoin sur laquelle les berges sont restées subverticales devrait être prise comme référence, afin de pouvoir comparer les évolutions.

Sur Mallemort, l'attention sera portée sur le réenlimonement spontané (vitesse de colmatage, développement de la végétation aquatique).

Le suivi du Domaine de Plantain-**Les Chapeliers** sera fonction des possibilités de réaménagement (site encore en cours d'extraction).

Sur l'ensemble des 3 sites, trois thèmes seront analysés :

- l'évolution des fonds aquatiques : formation d'herbiers, analyse des populations d'invertébrés...
- la qualité de l'eau,
- les impacts sur la faune aquatique et l'avifaune.

9.2.4 AMELIORATION DES CONNAISSANCES FAUNISTIQUES

Le diagnostic de cette étude a mis en évidence des lacunes portant sur plusieurs groupes faunistiques. Des inventaires ou des prospections ponctuelles seraient nécessaires pour affiner les connaissances.

❑ **Chiroptères** : manque important de données. Pour enrichir les connaissances, deux types d'opérations peuvent être mises en place : recensement par écoute nocturne et prospection de gîtes. Plutôt que d'entreprendre un inventaire des gîtes potentiels (habitats, cavités...), souvent long à réaliser et fastidieux, nous proposons de poser des gîtes artificiels à proximité de la rivière. Une trentaine de gîtes pourraient être posés sur 3 à 4 secteurs.

Des écoutes peuvent être réalisées à l'aide d'un détecteur à ultrason, qui permet à distance d'identifier les espèces ou à défaut le genre. Ces écoutes sont à mener parallèlement aux prospections annuelles des gîtes.

❑ **Reptiles** : incertitude sur la présence de la Cistude en Durance. Absence de donnée récente sur le Lézard ocellé.

Amphibiens : pas de donnée récente sur le Pélobate cultripède.

Quelques jours de prospection par un spécialiste sont à prévoir en ciblant sur les espèces concernées.

❑ **Invertébrés :**

Insectes : nombreux ordres mal connus : Orthoptères (criquets, sauterelles), Hémiptères (Hétéroptères et Homoptères) et Hyménoptères.

Arachnides : seules des données éparses existent. Aucune étude ciblée n'a jamais été réalisée.

S'il n'est pas envisageable de vouloir réunir des connaissances exhaustives sur la totalité des groupes d'invertébrés, on peut en revanche cibler les inventaires sur quelques ordres.

❑ **Poissons :**

Si la nature globale du peuplement pisciaire durancien peut être considérée comme connue, les problèmes liés à l'échantillonnage des milieux de type durancien se sont opposés jusqu'à maintenant à la réalisation d'inventaires précis autorisant une approche fine de la structure du peuplement piscicole de la Durance. Cette connaissance sera pourtant nécessaire si on veut juger objectivement de l'impact des opérations menées sur le peuplement en place.

Avec l'évolution des protocoles d'échantillonnage et la définition d'investigations mixtes s'appuyant sur des techniques complémentaires, ces carences peuvent être levées : ce n'est qu'une question de moyens.

9.2.5 SUIVIS FAUNISTIQUES ET FLORISTIQUES

Les données antérieures sont le plus souvent issues de prospections réalisées en bénévolat par les naturalistes locaux. Il serait souhaitable à l'avenir de planifier les suivis au moins pour les espèces et les groupes à enjeu, et de les intégrer dans le programme décennal d'action. Une contractualisation est indispensable.

❑ **Avifaune :**

En raison de la richesse avifaunistique de la vallée de la Durance, un suivi régulier nous paraît indispensable. Cette richesse étant importante tant sur le plan de la nidification, de l'hivernage que de la migration, un inventaire complet (quantitatif et qualitatif) pourrait être réalisé sur l'ensemble de

la zone d'étude. Toutefois, ce type de suivi sur un aussi long linéaire représente une masse de travail considérable. Nous proposons de réaliser le suivi en deux temps :

- un suivi complet de Sisteron au Rhône, une fois tous les cinq ans,
- un suivi annuel uniquement sur les secteurs à très fort enjeu avifaunistique :

En nidification :

Beaumont de Pertuis

Retenue de Cadarache

Gravière du Puy Ste Réparate

Roselières de Courtine

Sites de nidification d'Ardéidés (Noves, Villelaure, Gréoux...)

Pelouse sèche de Vinon sur Verdon

Pelouse sèche de St Auban

En hivernage :

Bassin d'écluse de Cadarache

Retenue de Sisteron

À la fois en hivernage et en nidification :

Barrage de Mallemort

Retenue de l'Escale

Réserve de St Estève Janson

□ Poissons et macrofaune benthique:

Les bases du suivi pourraient être les suivantes sur chaque station d'étude retenue:

- échantillonnage conjoint du peuplement piscicole et de la macrofaune benthique couplé à une description systématique de la mosaïque d'habitats (suivant la méthodologie proposée par la DR du CSP de Lyon) pour les stations de suivi des effets de l'augmentation du débit réservé et des modifications des pratiques de l'essartement
- échantillonnage des macro-invertébrés benthiques sur l'ensemble des stations ayant fait l'objet d'un suivi et pouvant servir de « référence »
- échantillonnage piscicole au niveau des plans d'eau

L'échantillonnage des peuplements pisciaires sera réalisé

- par pêche électrique (pratiquée à pieds et en bateau) et pêche aux filets dans le cadre de l'application d'un protocole s'inspirant des pêches par ambiance (mises en œuvre actuellement par la DR du CSP de Montpellier) et par pôle d'attraction (développées par la DR du CSP de Lyon) ; ce protocole, adapté à la Durance, devrait consister en une triple prospection de l'ensemble des types d'habitats (sensu lato) recensés au préalable sur la station ; les habitats peu profonds seront prospectés à l'électricité, les habitats d'une profondeur supérieure à 1 m seront prospectés à l'électricité (faciès lotique) et avec des araignées multimailles (faciès lentique).
- par pêche aux filets verticaux et aux araignées multimailles suivant le protocole établi par l'Université de Franche-Comté et la Délégation du Conseil Supérieur de la Pêche de Lyon (protocole standardisé et reproductible impliquant une triple prospection des différents types de pôles d'attraction recensés) complétée par une prospection des bordures à l'électricité

pour les plans d'eau

- par pêche électrique et pose de nasses au niveau des annexes

La prospection de la macrofaune benthique et sa détermination, autant que faire se peut à l'espèce, nécessiteront la mise en œuvre d'un protocole adapté, plus complet et précis que celui de l'IBGN qui ne saurait répondre à la problématique posée ;

Un «état zéro», avant intervention, sera recherché pour l'ensemble de ces stations, (avec deux campagnes saisonnières d'échantillonnage : printemps et début d'automne) avant mise en place d'un suivi annuel avec également deux campagnes saisonnières d'échantillonnage

Les résultats biologiques obtenus pourront ainsi sanctionner les effets des interventions réalisées

□ Autres groupes faunistiques, suivi floristique :

Un suivi des autres groupes faunistiques ne nous semble pas indispensable, hormis sur les sites aménagés, ou sur lesquels des processus expérimentaux de gestion vont être mis en place. De même, la flore de la vallée de la Durance est aujourd'hui suffisamment bien connue et la mise en place d'un programme lourd d'inventaire n'est pas justifiée. En revanche, tout comme pour les groupes faunistiques, un levé de terrain sera nécessaire ponctuellement avant la réalisation des travaux proposés dans le cadre du programme d'action (travaux liés aux volets milieux naturels et hydraulique/sédimentologique).

□ Sites particuliers nécessitant des inventaires naturalistes :

Quatre sites proposés en **Arrêté de Protection de Biotopes** méritent soient une réactualisation des données (inventaires obsolètes), soit des levés complémentaires (données actuelles trop incomplètes).

Il s'agit des zones :

- de pelouse sèche de Vinon sur Verdon
- de pelouse sèche de St Auban
- de lit vif et de ripisylve des Mées
- de lit vif et de ripisylve de Valensole.

Un levé avifaunistique et un levé floristique seront au minimum réalisés. Si possible, un complément entomologique sera apporté.