

CONSEIL  
SCIENTIFIQUE  
DU COMITE DE BASSIN  
RHONE  
MEDITERRANEE  
CORSE



**EXPERTISE DU PROJET  
DE PROTECTION  
DE L'AGGLOMERATION GRENOBLOISE  
CONTRE LES CRUES  
DU DRAC ET DE L'ISERE**

SEPTEMBRE 1994



rhône méditerranée corse

Le Conseil Scientifique s'est vu confier la présente expertise par le président du Comité de Bassin à la demande du Préfet Coordonnateur de Bassin, le 14 janvier 1994.

Compte tenu de l'importance et de la complexité du projet, la Direction de l'Eau du Ministère de l'Environnement souhaitait en effet disposer d'un tel document avant de décider la prise en compte par l'Etat de ce projet de protection de l'agglomération grenobloise contre les crues.

L'expertise a été conduite, sur la base des documents remis au Président du Comité de Bassin par le Préfet Coordonnateur, par MM J.L. Peiry et G. Oberlin, membres du Conseil Scientifique du Comité de Bassin.

à Pierre-Bénite, le 8 novembre 1994

Le Président du Comité de Bassin  
Rhône-Méditerranée-Corse



**H. TORRE**

Le Président du Conseil Scientifique  
du Comité de Bassin  
Rhône-Méditerranée-Corse



**M. LEVEAU**

Rapport d'expertise

**Projet AD DIRG / SOGREAH de 1993**  
**sur l'aménagement de l'Isère en Grésivaudan et dans Grenoble**  
*(préparé par J.L Peiry et G. Oberlin)*

## 1) Documents analysés

Les documents mis à disposition sont au nombre de trois :

- un rapport de l'AD IDR non daté, sans doute de fin 1993, relatif à l'objet cité, avec un important et détaillé récapitulatif des travaux et projets antérieurs, et un résumé du projet dit 1993, complété par une liste détaillée de travaux par lots, inclus certains travaux hors zones (Romanche et Drac), le tout présenté dans une optique de soumission au futur Contrat de Plan (XI<sup>ème</sup> Plan, et suite) ; des planches citées étaient manquantes ;

- un rapport SOGREAH n° 3 0114 R2, de mai 1993, partie "texte" (il y a des annexes incluses), avec des "bleus" monocolores donnant des lignes d'eau sur profils en long et des cotes d'inondations sur plan, en numérotation incomplète.

Bien qu'il y ait des lacunes dans cette documentation (cf ci-dessus), et une absence de documents en couleurs (cités), ce qui n'a pas facilité la tâche, la vision d'ensemble du projet a tout de même paru possible.

## 2) Historique de l'aménagement de l'Isère

Les documents fournis au titre d'un "projet d'aménagement de l'Isère du Drac et de la Romanche" donnent un historique relativement complet de l'aménagement de l'Isère. Par contre, les travaux de correction effectués sur le Drac dans la plaine de Grenoble ou sur la Romanche ne sont pas abordés, alors qu'ils ont constitué, pour ceux du Drac en tout cas, le fer de lance de la protection de Grenoble contre les inondations, et ce, bien avant que ne soit entreprise la correction de l'Isère.

Dès le 16<sup>ème</sup> siècle, les sources bibliographiques historiques signalent la construction de digues sur l'Isère en vue de protéger certains points névralgiques. Cependant, au cours des 17<sup>ème</sup> et 18<sup>ème</sup> siècles, les travaux demeureront ponctuels, assurés pour l'essentiel par des riverains. Dans le premier quart du 19<sup>ème</sup> siècle, les grands travaux de correction de l'Isère vont démarrer, à l'initiative de la haute administration.

C'est dans la combe de Savoie, entre Albertville et Montmélian, ainsi que sur le cône alluvial de l'Arc, que les travaux "de diguement" sont d'abord exécutés, à l'initiative du roi Charles Albert, souverain du Royaume de Piémont-Sardaigne. Le système de diguement est constitué de digues longitudinales insubmersibles. Le tracé de l'Isère est très largement rectifié, notamment à proximité du confluent Arc-Isère : le chenal de l'Arc est endigué ; un nouveau lit est donné à l'Isère, et il recoupe transversalement le cône de déjection de l'Arc. Les terrains gagnés sur la rivière sont récupérés pour l'agriculture par des opérations de "colmatage" : il s'agissait de favoriser l'atterrissement naturel par des apports de la rivière elle-même, grâce à un système de casiers recevant les eaux d'inondation fortement chargées en éléments fins.

L'endiguement fut entrepris par la suite dans le Grésivaudan (Dauphiné), en partie pour contrecarrer les effets de l'endiguement de l'Isère dans la combe de Savoie. En effet, la partie française du cours de l'Isère présentait un exhaussement des fonds et manifestait un accroissement de l'instabilité latérale, en liaison avec une modification de la dynamique des transports solides. Les ingénieurs des Ponts et Chaussées dressèrent plusieurs projets de correction entre 1830 et 1860 (projets CROZOT, CUNIT, GENTIL). Les projets font apparaître deux tendances :

- a) une tendance au redressement complet du chenal en recoupant boucles et sinuosités par des digues "insubmersibles", en particulier aux abords de Grenoble ;
- b) une tendance au recalibrage "par petites retouches", en respectant les sinuosités et en ménageant des espaces inondables (digues submersibles).

L'endiguement fut progressivement réalisé par un grand nombre de petits syndicats de riverains, sous la conduite des Ponts et Chaussées et avec l'aide de subventions. Le tracé

originel du chenal fut conservé sur la majeure partie du cours ; en particulier, on ne recoupa pas les grandes sinuosités localisées en amont de Grenoble, fautes de moyens financiers, mais aussi parce que la ville de Grenoble craignaient que les crues en soient aggravées. Après 1890, la correction du lit fut complétée par la mise en place d'un système de drainage de la plaine alluviale du Grésivaudan (les chantournes), celle-ci étant inondée par des remontées phréatiques une grande partie de l'année.

En raison de la très abondante charge de fond transportée par l'Isère, le chenal endigué s'exhaussa à un rythme accéléré pendant le dernier quart du 19ème siècle et au cours de la première moitié du 20ème siècle, compromettant sérieusement les coûteux travaux de correction et de drainage des terres du lit majeur. En de nombreux points, le lit paraissait suspendu entre les digues ; les crues de moyenne et forte importance ne pouvaient être contenues entre les ouvrages, et se répandaient dans la plaine, endommageant les digues, inondant et érodant les cultures, et colmatant les chantournes.

Devant la gravité de la situation, et dès 1926, une succession d'études furent entreprises afin de tenter de rétablir la situation d'avant 1860. En 1929 fut dressé un premier projet SCHNEIDER, dont les principales mesures étaient :

- a) l'exhaussement des digues et le dragage du lit ;
- b) la remise en fonctionnement des canaux de drainage dans le Grésivaudan ;
- c) la création de champs d'inondation pour écrêter les grandes crues ;
- d) la coupure des trois grandes boucles localisées à l'amont de Grenoble ;
- e) l'amélioration de la confluence Drac-Isère en aval de Grenoble ;
- f) la protection de Bourg-d'Oisans sur la Romanche.

Faute de crédits, aucun des travaux prévus ne fut entrepris, à l'exception de quelques essais de dragage dans l'ombilic de Moirans (aval de Grenoble).

Du point de vue administratif, en 1936, les associations syndicales de riverains (datant de plus d'un siècle) furent regroupées avec le département de l'Isère, la ville de Grenoble et les communes situées dans la zone inondable, dans une structure commune : l'Association Départementale. Depuis 1969, avec l'incorporation du Syndicat de l'Oisans, cette structure unique a pris le nom de Association Départementale des Collectivités Intéressées à l'Aménagement des Plaines de l'Isère, du Drac et de la Romanche.

Devant l'aggravation persistante de la situation, de nouvelles études furent entreprises, en particulier sous la forme d'essais sur modèle réduit réalisés par NEYRPIC, pour étudier la coupure des boucles et évaluer la dynamique des transports solides et de la sédimentation. Ces études débouchèrent en 1947 sur un avant-projet "SCHNEIDER bis". Son idée directrice était de favoriser un auto-curage du chenal et ainsi d'abaisser les lignes d'eau de l'Isère ; l'échéance d'un tel projet était prévue sur environ 20 ans. Cet auto-curage devait être réalisé :

- a) en créant des souilles de dépôt dans le chenal, en arrière de seuils artificiels ;
- b) en augmentant la pente par le recoupement des méandres en amont de Grenoble, accroissant ainsi les forces tractrices.

La crue de 1948, qui causa d'énormes dégâts dans toute la vallée, imposa une accélération de la procédure de contrôle de la dynamique fluviale de l'Isère. En 1949, un projet fort simple et beaucoup plus rapide était proposé : effectuer des dragages massifs pendant 5 ans avec mise en dépôt des matériaux sur les digues afin de les exhausser. En fait, devant l'intérêt économique des granulats fluviaux, le programme de dragage dura jusqu'en 1970 dans le Grésivaudan et jusqu'en 1978 dans l'ombilic de Moirans. Le rythme des extractions atteignit son maximum lors de la période de fort développement urbain de Grenoble et de sa couronne, avant les jeux olympiques de 1968. Des prélèvements dans le lit ont également eu lieu lors de la construction des infrastructures autoroutières de la région (autoroutes Grenoble-Chambéry et Grenoble-Valence).

Les extractions massives auxquelles on a procédé, tant sur l'Isère que sur le Drac, sont à l'origine d'une grave destabilisation du chenal marquée par sa profonde et rapide incision. Aujourd'hui, celle-ci atteint en moyenne -3 à -4 mètres par rapport à la situation de 1948. Bien que les extractions soient interdites depuis une vingtaine d'années, leurs effets nocifs se font encore largement sentir, en dépit de la construction de nombreux seuils sous-fluviaux destinés à bloquer les phénomènes d'érosion régressive induits.

### 3) Situation actuelle vis à vis de l'inondation, et les diagnostics d'insuffisances de protection.

#### **3.1) Eléments actuels assurant les objectifs de protection**

L'état de la protection contre les crues est actuellement le suivant :

a) en amont de Grenoble, la protection contre une crue de 1100 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> a été assurée. En 1967, on a procédé à la coupure du méandre du Bois-Français, première action visant à contrôler les crues de 2000 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>. Par la suite, celle-ci n'a pas été poursuivie ;

b) à Grenoble même, il a fallu attendre la forte crue de septembre 1968 pour que l'on procède à l'amélioration de la protection. Les digues ont progressivement été exhausées, les fondations des murs et perrés renforcées ; de courtes portions du chenal ont été draguées pour faciliter l'écoulement. Les protections des piles de ponts ont été améliorées, tandis que des seuils sous-fluviaux ont été construits dans les zones les plus gravement menacées par l'érosion régressive (seuils de Pique-Pierre, de la Porte de France, de l'ancien pont des Hôpitaux). En l'état actuel, il semble que l'Isère dans sa traversée de la ville est susceptible d'écouler sans débordement une crue de 1600 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>, à l'exception des quais Perrière et Jongking où des débordements semblent possibles dès 1500 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> ;

c) à l'aval du confluent Drac-Isère, et dans l'ombilic de Moirans, le chenal est calibré pour écouler sans débordement une crue de 2000 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>, et jusqu'à St-Gervais. Depuis le début de la décennie 1990, l'aménagement EDF du barrage de Saint-Egrève fut l'occasion d'"améliorer" la situation, et un débit de 3000 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> peut transiter sans dommages du confluent Drac-Isère jusqu'au barrage. L'aménagement de la chute de Voreppe, s'il est réalisé, devrait permettre dans les années à venir d'assurer une telle protection jusqu'à 3 km en amont du pont de Saint-Quentin-sur-Isère.

Par ailleurs, d'importants travaux d'assainissement, de curage et de correction des ruisseaux et chantournes ont été réalisés par l'Association Départementale : environ 650 km de canaux ont été réhabilités avant 1980.

#### **3.2) Les insuffisances de protection affichées**

En fait, d'après l'étude d'inondabilité réalisée par SOGREAH en 1989-91, le principal point faible de la protection semble être localisé à l'amont immédiat de Grenoble, zone dont l'urbanisation a largement progressé au cours de la décennie 1980. Des débordements ponctuels dommageables débutent dès 1100 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>. Ils touchent largement les espaces urbanisés dès la crue de fréquence cinquantennale (environ 1300 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>). Lors de la crue de fréquence bicentennale (environ 1550 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>), retenue comme crue de projet après une étude de rentabilité économique datant de 1970, d'importantes zones résidentielles et industrielles sont menacées, notamment dès la commune de Domène. L'inondation devient généralisée en aval d'une ligne joignant Montbonnot à Murianette ; elle touche fortement les territoires des communes de Gières et Saint-Martin d'Hères en rive gauche, Meylan et La Tronche en rive droite.

Tableau 1 : Etat actuel (1990) de l'aménagement

*Débits de crue à l'entrée du département de l'Isère et à Grenoble, compte-tenu des apports et des écrêtements par les inondations (d'après SOGREAH, 1993)*

Fréquence	Entrée Isère	Grenoble
Q200	1890 m <sup>3</sup> .s-1	1535 m <sup>3</sup> .s-1
Q100	1630	1431
Q50	1375	1270
Q30	1203	1203

Selon les secteurs, l'inondation se produit par surverse sur les digues (amont du pont de Domène), ou par refoulement dans les conduites d'eau pluviale (rive gauche et rive droite dans la zone péri-urbaine). Les niveaux de submersion des zones urbanisées sont parfois considérables : 1,50 mètre d'eau sur de vastes surfaces des communes de Meylan et la Tronche ; 0,50 mètre d'eau sur la presque totalité du Campus Universitaire de St Martin d'Hères, malgré sa protection par une digue "insubmersible". L'autoroute et la rocade de contournement de Grenoble sont également submergées sur plus de 1km de part et d'autre de l'Isère. Les vitesses de l'eau pourraient dépasser 1 m.s-1 dans certaines zones inondées.

Les débordements non maîtrisés qui se produisent en amont de Grenoble conduisent à un certain écrêtement des crues à Grenoble. D'après les calculs, et pour la crue bicentennale, celui-ci serait d'environ -20% par rapport à ce qu'est ce débit à l'entrée du cours d'eau dans le département de l'Isère (voir tableau 1).

#### **4) Le projet d'aménagement de 1993.**

##### ***4.1) Amélioration de la connaissance de l'inondabilité actuelle : l'évolution récente des fonds et ses conséquences sur l'inondabilité.***

Dans l'étude de 1993, l'état de l'inondabilité a été actualisé par rapport à celui de 1989-91 en tenant compte de l'évolution récente des fonds. En effet, la précédente étude a utilisé des profils en travers datant de 1983-84. De nouveaux levés (1991-92) ont montré que le lit de l'Isère s'abaissait en aval de la restitution de l'usine hydroélectrique du Cheylas (-0,50 à -0,10 m) et qu'il s'exhaussait en aval du pont de Brignoud (+0,30 à +0,10 m), jusque et y compris dans Grenoble. Il y a donc basculement du profil en long de l'Isère dont une des causes peut être les lâchures d'eau claire réalisées à l'usine du Cheylas.

Un tel changement de la dynamique du chenal n'est pas sans conséquences sur les niveaux de crue : en amont du pont de Brignoud, l'incision et l'augmentation de la capacité d'écoulement du chenal d'environ 100 m<sup>3</sup>.s-1 ont réduit les possibilités d'inondation. Dans le bief en cours d'exhaussement, des réhaussés de 1 mètre et plus des niveaux d'inondation ont été calculés par rapport à la situation de 1984, y compris dans la zone urbanisée. Cet accroissement de l'inondation accentue légèrement l'écrêtement de la crue bicentennale à Grenoble qui passe de 1560 à 1535 m<sup>3</sup>.s-1.

##### ***4.2) Programme des travaux***

Le projet reprend en partie des projets antérieurs jamais réalisés ou terminés, principalement faute de crédits suffisants.

Son objectif est essentiellement de réduire les inondations dans Grenoble, en ramenant toutes les crues à un débit sensiblement équivalent (tableau 2). Secondairement, il s'agit de stabiliser le lit de l'Isère, en particulier dans la section en cours d'incision localisée entre la restitution EDF du Cheylas et le Pont de Brignoud.

**Tableau 2 : Débits de crue actuels (1992) et futurs**

**Débits avant et après la mise en oeuvre de l'aménagement complet (projet 1993), à Grenoble**

Crue	Avant aménagement	Après aménagement
Q200	1535 m3.s-1	1428 m3.s-1
Q100	1431	1413
Q50	1270	1367
Q30	1203	1250

Le projet consiste à activer ou réactiver des casiers d'épandage localisés dans la vallée du Grésivaudan et dans les différentes boucles de l'Isère, en amont de Grenoble. Ces casiers sont actuellement inondés pour des crues rares. Il s'agira d'optimiser leur remplissage pour l'écrêtement de la crue bicentennale, par réglage d'un déversoir sur digue, associé si nécessaire à un seuil sous-fluvial aval réhaussant les lignes d'eau et stabilisant le lit (notamment en aval du Cheylas). En complément de l'écrêtement des crues, des travaux de recalibrages du chenal et de stabilisation des berges seront nécessaires à Grenoble et en amont immédiat de la ville. Ceux-ci consistent essentiellement à araser des hauts fonds, élargir le lit en gagnant sur certaines îles végétalisées, et corriger certains coudes mal calibrés. D'ampleur modérée en volume, les travaux de recalibrage ont une incidence considérable sur l'inondabilité : en effet, ils seraient indispensables pour supprimer tout débordement, en particulier dans les zones basses des villes de Meylan et la Tronche, que la seule mise en oeuvre du programme d'inondation des casiers ne semble pas suffire à protéger.

*Tableau 3 : Volumes stockés et gains de débit à Grenoble*

*par rapport à l'état actuel (1992), compte-tenu des apports et des écrêtements successifs des casiers*

La Pierre	Brignoud	La Bâtie	Montbonnot St-Ismier	Meylan Montbonnot	Murianette	La Taillat	TOTAL
2,5 Mm3	1,2 Mm3	2,25 Mm3	2,6 Mm3	2,46 Mm3	1,55 Mm3	1,86 Mm3	14,42 Mm3
77 m3.s-1	153 m3.s-1	234 m3.s-1	250 m3.s-1	120 m3.s-1	120 m3.s-1	132 m3.s-1	-

Les entrées hydrologiques ayant servi à la modélisation des lignes d'eau datent d'une étude de 1971 et concernent des débits de pointe de fréquence moyenne 30, 50, 100 et 200 ans, auxquelles sont affectées des crues affines déduites des événements réellement observés. L'étude hydraulique a consisté à simuler huit scénarios d'aménagement avec mise en eau progressive de casiers de plus en plus nombreux de l'amont vers l'aval (1 casier puis 2, puis 3 etc...) et de tester l'incidence de cette inondation sur les niveaux des écoulements dans la zone basse urbanisée. L'action des recalibrages a ensuite été additionnée à l'écrêtement engendré par la mise en eau des 7 casiers. Seuls les scénarios n° 5b (les 7 casiers inondés) et n° 8 (scénario 5b plus recalibrages) sont détaillés dans le rapport :

a) Le scénario n° 5b écrête significativement les débits de l'Isère à Grenoble puisque les débits des crues centennale et bicentennale sont diminués respectivement de 126 et 200 m3.s-1. Cependant, aux abords de Grenoble, les niveaux dans les zones inondées de Meylan en sont pas suffisamment abaissés (0,50 m) pour que les inondations en majeur cessent complètement (pas nécessairement via des débordements sensu stricto).

b) Le scénario n°8, avec recalibrages modérés du chenal, écrête d'une manière moindre les crues à Grenoble, ces débits plus forts restant compatibles avec la capacité d'écoulement du chenal entre les digues (1600 m3.s-1). Par contre, il supprime toute submersion dans les zones urbanisées des communes proches de Grenoble (en particulier à Meylan et la Tronche). C'est donc cette solution qui est préconisée dans ce projet de 1993.

Il est à observer que tous les calculs ont été effectués sans prise en compte de possibles ruptures de digues, même si de telles hypothèses ont été citées dans le rapport d'étude.

Quelques vérifications sont également faites sur l'incidence des aménagements sur la stabilité du lit en amont de Grenoble, et sur leur effet sur les lignes d'eau en aval de la ville. Les résultats de ces vérifications indiquent que la zone en cours d'incision en amont de Grenoble devrait être stabilisée par la mise en place de deux nouveaux seuils sous-fluviaux, et que le lit devrait s'exhausser en amont des ouvrages. Par ailleurs, l'aménagement devrait être de peu d'effet sur les lignes d'eau en aval de Grenoble, la présence d'une rupture de pente, d'un gros seuil sous-fluvial et, quelques kilomètres plus bas, de la retenue EDF de St-Egrève limitant fortement les effets aval.

#### **4.3) Coûts et délais de ce projet 1993**

Les travaux correspondant au projet sont programmés sur environ 5 ans, casiers d'abord et recalibrages du chenal dans un dernier temps.

Leur coût est estimé à 189 MF pour ce qui est de la partie du projet bien décrite dans les documents disponibles et donc analysée ici (réactivation de casiers et recalibrages localisés en aval).

S'y ajoutent 29.5 MF non décrits et donc non analysés, en amont du secteur (entre l'entrée de l'Isère dans le département 38 et les ouvrages du premier casier, celui de La Pierre) et qui procéderaient de ce même objectif de protection de Grenoble contre la crue bicentennale : stabilisation du lit (seuils sous-fluviaux), exhaussement et confortement de digues et berges. Il n'a pas été possible de juger de la nécessité, ou de l'intérêt, de ce volet complémentaire au secteur principal.

Le total de 218.5 MF est donc bien dédié à la protection de Grenoble, mais seuls les 189 MF sont demandés sous Contrat de Plan (les 29.5 MF sont hors Contrat).

On trouve également d'autres éléments dans les annexes financières de ce "projet 1993", sans guère d'argumentations. Ils sont cités ici parce que présents dans les documents soumis, et parce que concernant l'Isère et son aménagement. Mais ils sont relativement indépendants des inondations à Grenoble même, et surtout sans aucun descriptif permettant de donner un avis scientifique et technique, sauf à regretter l'appel systématique aux endiguements, et à s'interroger sur le coût et le contenu d'une opération de "maintien de forêt alluviale" (entretien ?) citée à hauteur de 3.6 MF pour 60 ha (sans plantation ni achat de terrain) :

a) 3.7 MF de confortement de berges dans Grenoble, mais dont le financement paraît acquis (voire les travaux exécutés : annoncés 1993), et a fortiori hors Plan ;

b) 66.6 MF de travaux de protection d'autres villes : en RG du Drac avant le confluent avec l'Isère, sur l'Isère en aval du confluent jusqu'au secteur Tullins/St Quentin, et marginalement sur Vénéon/Romanche (en RG, pour Bourg d'Oisans), tous à base de renforcement des endiguements (plus deux seuils sous-fluviaux) ; travaux demandés sous Contrat de Plan, comme pour Grenoble sensu stricto ;

c) 29.4 MF de travaux divers dédiés à l'amélioration de confluences (petits affluents), à des cheminements cyclistes, et au maintien (plus implantations) de forêts alluviales, sans descriptifs autorisant une quelconque expertise ; tout ceci, hors Contrat de Plan.

### **5) Avis et Commentaires du Conseil Scientifique**

#### ***5.1. Un projet dont les modalités hydrauliques sont bien analysées***

Le projet paraît cohérent, bien conçu et assez bien analysé, en particulier dans ses modalités hydrauliques et de dynamique fluviale (assez bonne prise en compte, dans les limites actuelles des connaissances et modèles, des évolutions des lits), mais il eût été plus clair de l'intituler :

"Protection hydraulique de Grenoble contre la crue bicentennale", car il est ciblé sur cet objectif, et c'est d'ailleurs le seul sur lequel des résultats nettement positifs sont établis.

Le lecteur est en effet trompé sur le contenu à la simple lecture du titre du dossier "*Projet d'aménagement de l'Isère, du Drac et de la Romanche*". En effet, la presque totalité de l'étude est consacrée à l'Isère amont. Le Drac et l'Isère à l'aval de Grenoble apparaissent exclusivement sur les cartes illustrant le dossier (pas de texte), et l'aménagement de la Romanche n'est pas du tout évoqué. Des postes financiers dédiés à ces aménagements apparaissent effectivement (cf § 4.3 ci-dessus), mais sans présentation. Il semble que le dossier devrait porter un titre qui soit plus en rapport avec son contenu.

Un aspect positif n'apparaît pas explicité : l'important recours aux épandages en casiers en amont, la réalisation de quelques seuils, et des recalibrages somme toute assez modérés, concourent à un objectif de meilleure gestion de la ressource en eau que sont les crues de l'Isère. Non affiché, et non valorisé, cet effet positif mérite d'être signalé et porté au crédit de ce projet, en l'état, et bien que les documents de projet eux-mêmes ne le valorisent pas.

### 5.2. "*Seulement*" une lutte (très ciblée) contre une inondation urbaine et pas un "*aménagement de rivière*"

Malgré le réel effort entrepris (rappel : protection de Grenoble améliorée sans réelle aggravation pour l'aval, sauf un peu au-dessous de la crue centennale), le projet, tel qu'il a été soumis au Conseil Scientifique, est très loin d'atteindre le niveau d'aménagement et de gestion intégrés recherchés aujourd'hui, et pourtant déjà à la portée d'un Syndicat important comme l'AD IDR, ou d'un bureau d'étude performant comme SOGREAH.

En d'autres termes, le projet (tel qu'il est présenté dans les notes analysées) ne constitue aucunement un projet d'aménagement de rivière ; ici encore le titre entraîne la confusion. Il s'agit seulement d'un projet de lutte contre les inondations urbaines, qui se traduit par la mise en oeuvre d'une étude hydraulique. Aucun volet des notes disponibles, et probablement du projet lui-même, n'est consacré à la gestion de l'espace et aux améliorations qui pourraient être apportées à celle-ci. En particulier, l'important problème de la végétalisation des îles de l'Isère n'est pas évoqué (cf plus loin).

### 5.3. Les omissions

Sans vouloir faire de comparaison déplacée avec un cas-école que ce projet ne cherche pas à être, et en se limitant donc aux points les plus importants pour le site concerné, on notera les faiblesses et limitations suivantes.

#### 5.3.1. Conséquences de la légère aggravation des crues sous-centennales

L'aménagement de l'Isère proposé renforce les débits, à Grenoble, de la crue trentennale (-47 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>) et surtout de la crue cinquantennale (+97 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>). Même si ces débits s'écoulent sans débordement, et qu'une augmentation de débits n'est pas en soi dommageable, il est psychologiquement prudent de mieux afficher cela, et il serait nécessaire d'en examiner au moins sommairement les conséquences possibles. En particulier, l'incidence géomorphologique possible d'une telle augmentation de débit n'est absolument pas évoquée, ni envisagée. Or le chenal des rivières à lit mobile comme l'Isère est façonné par la gamme des débits dominants. Actuellement, la raréfaction des charriages, après les énormes extractions de la période 1948-70, fait que les débits façonnant le chenal peuvent être différents, et sans doute plus forts qu'avant et donc moins fréquents. En augmentant le débit des crues aux alentours des "moyennement rares" trentennale et cinquantennale, on déplace cet "équilibre influencé", et peut-être s'expose-t-on à des ajustements du chenal. Les degrés de liberté de la rivière, calée entre ses digues, étant aujourd'hui limités à un ajustement altitudinal du profil en long, on ne doit pas exclure, pour cette plage de débit, des incisions dommageable pour les digues et les ouvrages d'art.

### 5.3.2. Demandes sociales ?

Les demandes sociales sont peu explicitées et peu diversifiées. Les concepteurs du projet admettent (d'ailleurs seulement implicitement) que tous les casiers peuvent accepter une inondation à partir de la crue de quelque(s) dizaine(s) d'années (période moyenne de retour) alors que l'on a pour objectif de protéger Grenoble et son agglomération contre une crue rare (bicentennale). Les autres termes de durées d'inondation des casiers, profondeurs et vitesses ne sont pas détaillés, alors qu'ils représentent, avec la fréquence, la perception sociale du risque. Ils sont même complètement absents des rapports soumis. On les espère présents dans les documents cités des années 1990 (simulation de la bicentennale en conditions actuelles).

Les documents analysés ne permettent donc pas du tout de comprendre comment on a pu aboutir à ces objectifs qui paraissent simplistes, et surtout insuffisamment diversifiés. Au minimum, pour détailler et dépasser ce "10 à 30 ans pour les casiers, et 200 ans pour Grenoble", il serait souhaitable de réfléchir à nouveau aux modalités de fonctionnement des casiers : il faudrait au moins y assurer une inondabilité partielle (partie aval) plus fréquente, afin d'y entretenir la mémoire des riverains vis à vis des inondations trentennales qui y seront fortes. Peut-être réussirait-on également à éviter l'aggravation relative déjà déplorée pour la plage inférieure à la crue de fréquence centennale.

### 5.3.3. Biologie(s) : impacts ? aménagements souhaités ? modalités de gestion ?

En dehors de la bonne prise en compte de l'évolution du profil en long, et de la recherche d'une stabilisation qui ne prête guère à critique (seuils modestes), *il n'y a pas d'examen des autres fonctionnalités non strictement hydrauliques de l'Isère* : végétation (ripisylve, berges, ...), hydrobiologie, etc.... Même pour un mandat dédié à la prévention des inondations, il eût été utile d'au moins analyser sommairement, d'une part, les impacts possibles du projet et, d'autre part, les synergies ou au moins les économies d'échelles envisageables.

Par exemple, si l'épandage en casiers s'avérait intéressant pour la ressource en eau du Grésivaudan (meilleurs échanges nappes/rivière), et non pervers (qualité des eaux de l'Isère), il serait dommage de limiter le fonctionnement des déversoirs au seuil trentennal actuel. Mais il faudrait pour cela détailler quelque peu la vulnérabilité des casiers et y délimiter les parties inondables plus fréquemment (voir aussi § 5.4.2.). Ceci pourrait en outre améliorer aussi le laminage des crues plus modestes, et corrigerait l'actuelle aggravation autour de la crue cinquantiennale, sans gêner celui des fortes.

Du point de vue de l'aménagement des prises d'eau, des déversoirs en redans sont techniquement aisés et pas plus coûteux. Ils présentent l'avantage d'éventuellement permettre de corriger les modalités de déversement en fonction de l'évolution de la dynamique du chenal. Dans le cas de l'Isère dont l'étude historique a montré la rapidité et la complexité de la réponse depuis les premiers travaux d'endiguement (exhaussement, puis incision, puis basculement du profil en long), il s'avère indispensable de concevoir des aménagements "à géométrie variables" de manière à pouvoir éventuellement compenser d'éventuels impacts non-prévus.

Par ailleurs, il faut, dans tout projet actuel sur l'Isère, répondre au problème récent posé par la végétalisation des îles : on observe depuis environ 15 ans une végétalisation massive des bancs de l'Isère, aussi bien dans la Combe de Savoie que dans le Grésivaudan. Cette végétalisation est probablement intimement liée à la modification du rythme des transports solides, lui-même à mettre en relation avec la profonde transformation géomorphologique du chenal (incision postérieure aux extractions). Cette végétalisation est en fait une réponse différée dont l'origine remonte à la phase de destabilisation des années 1960-70. Si l'impact de cette végétalisation est forcément pris en compte par l'étude hydraulique, à travers le calage du modèle sur des crues récentes et l'ajustement des coefficients de rugosité, son incidence sur le comportement de la rivière lors d'une forte crue n'est pas évoqué. Ce que l'on peut dire aujourd'hui, c'est que cette végétation des bancs n'est pas détruite lors des crues de fréquence décennale. Il est probable que les choses seraient très différentes en cas de crue plus rare (50, 100, 200 ans), à la fois plus forte et plus longue. Il nous semble donc indispensable de prendre

en compte l'arrachement massif de cette végétation dans une étude de l'inondabilité et d'envisager ses conséquences. En effet, il est fort possible que ces transits de matière organique soient stoppés massivement aux abords de certains ponts et modifient sensiblement les niveaux issus du modèle hydraulique. De notre point de vue, ce type de phénomène pourrait également occasionner des ruptures de digues, qui n'ont pas non plus pas été prises en compte par l'étude (cf § 5.4.4.). Enfin, il nous semble fondamental *de mettre en place un programme de gestion de cette végétation*, notamment par le développement d'opérations d'essartement périodiques.

#### *5.3.4. Hypothèses de ruptures de digues*

Compte-tenu des "certitudes" d'avoir un jour, heureusement rarement, des ruptures de digues, il paraît indispensable, dans un projet qui traite d'un cours d'eau endigué, de tester au moins un scénario de rupture. Même s'il est quasiment impossible de lui affecter une probabilité pertinente, il faut au moins voir où irait l'eau, et par où elle pourrait regagner le chenal. De tels résultats, mêmes hypothétiques et d'occurrence aléatoire, guident souvent indirectement les aménagements, fut-ce marginalement.

On sait que de tels scénarios poussent à progressivement éliminer tout ou partie des digues longitudinales longues et continues (et sans déversoirs), fut-ce au prix d'aménagements et de réaménagements très lourds et fortement restructurant pour l'occupation des sols des lits majeurs concernés.

#### *5.4. Une erreur de sous-estimation possible : une étude hydrologique non-actualisée depuis 1971.*

D'après les rapports disponibles, l'hydrologie n'a pas été réactualisée depuis une étude de 1971. Ceci conduit à poser trois questions sur d'éventuelles erreurs, qui heureusement pourraient se compenser quelque peu.

##### *5.4.1. Quel est l'impact de la période 1971-1993 ?*

Une phrase du rapport indique que, puisqu'aucune crue significative ne s'est produite depuis 1971, le régime des crues n'a pas changé. Ceci nous a paru inexact : si effectivement les crues récentes avaient été si faibles, c'est qu'elles réviseraient "à la baisse" le régime issu des analyses de 1971 !

L'avis des experts est que la phrase est sans doute mal rédigée, mais il est prudent de relever ce détail, pour le cas où il y aurait effectivement eu avantage à réviser les crues à la baisse.

##### *5.4.2. Quel est le mode d'extrapolation aux crues rares ?*

Il semble, mais l'absence d'exposé hydrologique (travaux 1971 cités, mais non résumés) ne permet pas d'en être sûr, que les crues centennales et bicentennales (une cinq-centennale est également estimée, mais non simulée hydrauliquement) aient été obtenues par extrapolation de l'analyse fréquentielle des débits observés. Ceci risque de les sous-estimer, car pratiquement tous les bassins versants connus (grands inclus) présentent, au-delà d'un seuil (décennal, cinquantennal, ...), une accélération soudaine de leurs lois de distribution. Ce phénomène est soluble assez aisément : pour les bassins petits et moyens, par les modèles de type GRADEX, AGREGEE, etc..., et pour les grands bassins, soit par les enquêtes dites historiques, soit par composition de sous-bassins moyens, composition par ailleurs complexe à cause de la relative indépendance des affluents.

##### *5.4.3. Y-a-t'il une prise en compte suffisante des affluents et surfaces participantes diffuses latérales ?*

Jusqu'à nos jours, et avant que ne réémerge récemment des modèles hydrologiques synthétiques capables d'estimer, au moins sommairement, les débits de toutes durées et de toutes fréquences en tous points d'un bassin versant, il était traditionnel de négliger la continuité des apports latéraux de débits vers l'aval, ainsi que les Echanges Nappes-Rivières (ENR). Bien souvent, les études ne prenaient en compte que les effets hydrauliques des apports clairement affichés dans le paysage (affluents importants et bien localisés). Or les petits affluents, à force d'être cumulés, et surtout les surfaces participantes aux écoulements (plus ou moins indépendantes des affluents : cf les nouvelles théories sur l'origine hydrologique des écoulements) peuvent significativement augmenter les débits hors affluents importants.

Les documents soumis n'ayant pas repris l'hydrologie (cf remarques déjà faites), les experts suspectent là aussi une possibilité de sous-estimation des débits. Le tableau 1, par exemple, donne le même débit trentennal (réputé non débordant) en amont du premier casier de St Pierre et à Grenoble, semblant négliger (à moins que des ENR négatifs et des laminages localisés y aient été vérifiés) tout ou partie du bassin intermédiaire des versants SE de Chartreuse et NW de Belledonne.

#### *5.4.4. Conclusion à tirer de ces trois questions*

Une certaine compensation est possible, entre ces éventuels biais de sens partiellement opposés, mais il conviendrait d'être prudent, car les deux derniers l'emporteraient largement sur le premier.

Outre la remarque déjà faite au § 5.4.3. pour les débits non-débordants, la faible croissance des débits (débordants) entre 100 et 200 ans (crues rares), voire déjà entre 50 et 100 ans (durées de retour moyennes), est ici également suspecte car elle correspondrait à des comportements hyper-laminés en amont, ce qui n'est le cas, ni de l'Isère actuelle, ni de celle aménagée selon ce projet 1993, puisqu'il conclut finalement à des stockages et laminages modestes.

Si ce diagnostic de sous-estimation possible était confirmé, il serait prudent de rapidement effectuer un contrôle. Par exemple un traitement en modèles synthétiques à 3 dimensions de type QdF (on ajoute la durée aux traditionnels débits et fréquences), sans doute pas effectué en 1971 car les approches et modèles QdF n'existaient alors pas, permettrait, d'une part, de tester l'éventuelle hypothèse d'hyper-laminage et, d'autre part, de conforter l'estimation des pointes de crues rares et de vérifier leur composition. En outre, dans ces modèles de type QdF, les débits très rares de durées significatives restent dans un domaine contrôlable : par exemple le débit millennial seuil ou moyen pris sur un pas de temps de quelques jours n'a pas une valeur débordante et ne subit donc pas les inévitables erreurs d'estimation des débits débordants.

## 6) Conclusions de l'expertise.

### *6.1. Première conclusion : "le projet en l'état"*

Dans l'hypothèse d'un projet focalisé sur la réduction des inondations dans Grenoble au-delà du débit de pointe bicentennal, *la partie hydraulique de ce projet paraît de bonne qualité*. Il est même novateur puisqu'il aborde significativement la règle d'or fondamentale d'un ralentissement relativement dynamique des écoulements grâce à 7 grands casiers, et qu'il restreint les recalibrages en des points ciblés et limités.

Il comporte néanmoins quelques lacunes décrites dans ce rapport. Il serait souhaitable de les combler avec au minimum :

- 1- une actualisation des données hydrologiques et un contrôle des débits de pointe (§ 5.4) ;
- 2- le test d'un scénario au moins indicatif de rupture de digues (§ 5.3.4.) ;
- 3- l'analyse, sinon la simulation, de l'effet d'une débâcle des îles végétalisées (§ 5.3.3.) et la recherche des sites potentiels de blocage de la végétation ;

4- une ébauche d'évaluation de la diversité de la demande sociale dans la vallée du Grésivaudan, associée à une réflexion au moins amorcée sur les conditions d'inondabilité des casiers (§ 5.3.2. et 5.3.3.). A ce propos, différents modes de gestion de l'inondation pourraient être envisagés (pas nécessairement les mêmes sur tous les casiers) et pourraient être testés.

Même en se limitant aux crues, le projet ignore les événements catastrophiques, aggrave les crues moyennes, néglige l'affichage et la diversité (et la diversification) des vulnérabilités, etc... Pour le reste, et au-delà du probable effet heureux sur la ressource induit par les épandages (rarement, toutefois, car dédiés seulement crues très rares ...), il est muet.

*Le rapport que le Conseil scientifique a eu à expertiser n'est donc en aucune manière un projet d'aménagement intégré de l'Isère et ceci a paru très regrettable aux experts chargés de l'examiner. Sa finalité est avant tout hydraulique ; elle est focalisée sur la réduction de l'inondabilité liée au débit bi-centennal dans l'agglomération grenobloise. Aucun autre objectif n'est clairement évoqué et le projet ignore les nécessités de gestion de la rivière (par exemple la gestion de la ripisylve qui se développe sur les bancs de la rivière).*

## **6.2. Rappel de la dérive environnementale et de l'insertion du projet dans cette évolution.**

La synthèse historique des aménagements a montré que *l'hydrosystème ISÈRE dans le Grésivaudan subissait une dérive complexe depuis près de 150 ans*. La réponse du cours d'eau aux projets n'a jusqu'à aujourd'hui jamais été correctement prévue, l'aménageur adaptant à *posteriori* ses actions aux nouvelles contraintes qu'il subissait. L'exemple de l'Isère est tellement pédagogique qu'il est intéressant de reprendre rapidement la chronologie de cette évolution :

1- L'endiguement a été édifié, entre-autres, pour contrecarrer une rivière dont le dynamisme s'était accru au cours du 18ème siècle et du début du 19ème siècle ;

2- Dans un contexte de forts transports solides, l'endiguement a eu pour impact l'exhaussement du chenal. Cet exhaussement du lit a engendré de nouvelles contraintes (surverses de digues lors des crues, remontées phréatiques...) et a motivé de nouveaux travaux (exhaussement des digues, creusement de chantournes pour le drainage du lit majeur...);

3- Le problème de l'exhaussement du lit n'a été réglé que par la mise en oeuvre de volumineuses extractions de gravier après la seconde guerre mondiale. Là encore, la réponse du cours d'eau a été extrêmement brutale et bien au delà de ce que l'on espérait puisque les problèmes d'inondation par les crues courantes se sont transformés en grave incision du lit avec menace de destruction des digues et des ouvrages de franchissement. Le problème a été partiellement réglé par la construction de nombreux et coûteux seuils sous-fluviaux et la protection des ponts.

4 - Les récents levés des lignes d'eau analysés ont montré que la rivière présentait depuis peu un nouvel ajustement de ces caractéristiques hydrauliques qui prend la forme d'un basculement du profil en long. La mise en service de la dérivation du Cheylas au début de la décennie 1980 contribue pour une part non négligeable à cette évolution.

5 - Enfin, dans les 10 dernières années, la réduction des charriages par pénurie de charge renforcée par un phénomène de pavage du fond a engendré la fixation des bancs de l'Isère. La végétation n'a pas tardé à s'installer. Elle engendre de nouvelles contraintes hydrauliques pour l'aménageur, en particulier vis à vis du risque d'inondation, qu'il va s'agir de gérer dans les années à venir.

Il faut le rappeler avec force : la rivière est un milieu DYNAMIQUE, susceptible de dérives difficiles à prévoir et partiellement maîtrisables par de coûteux travaux ; une maîtrise seulement partielle parce que les réponses se succèdent et changent de nature selon des interactions complexes (hydraulique, hydrogéologique, écologiques...), et que le milieu, toujours aussi

dynamique, impose au gestionnaire de nouvelles contraintes, auxquelles il doit trouver de nouveaux remèdes.

Au contraire, les aménagements envisagés sur l'Isère et les études hydrauliques qui les précèdent n'abordent qu'une partie du problème de l'aménagement et sont fondés sur des hypothèses de STATIONNARITÉ : les lignes d'eau sont calculées par rapport à des levés topographiques dressés à un instant  $t$  de l'évolution du chenal et calées sur le niveau des laisses de crues récentes. Un effet pervers (pas forcément conscient d'ailleurs) lié à ces hypothèses de stationnarité est que la quasi totalité des aménagements de cours d'eau contemporains visent à diminuer le dynamisme de la rivière (l'empêcher de divaguer, stabiliser son profil en long...) : en effet, une fois l'aménagement réalisé il faut que la rivière fonctionne comme les modèles l'ont prévu à l'instant du calcul ou de la simulation. Cependant, il est fondamental de bien comprendre que la réduction du dynamisme géomorphologique se traduit également par une réponse de la rivière, pas nécessairement hydraulique dans un premier temps, mais qui le deviendra plus tard. L'exemple de la stabilisation des îles de l'Isère par la végétation est à ce propos particulièrement illustratif : les problèmes hydrauliques se posent lorsque la végétation a atteint le stade arboré, qu'elle modifie la rugosité du lit et accroît le risque d'inondation lié à la formation d'embâcles.

### *6.3. Seconde conclusion vue à travers les perspectives d'évolution de l'hydrosystème.*

Sur l'Isère, le projet d'aménagement que nous avons eu à expertiser tend à stabiliser le profil en long (blocage du processus de basculement par la construction de seuils de hauteur modérée). De ce fait, la probabilité que l'aménagement soit rapidement inefficace par modifications des conditions de déversement dans les casiers est heureusement réduite. Des solutions techniques complémentaires adaptées (par ex. déversoirs en redans) pourraient encore diminuer les effets de modifications limitées de l'équilibre du chenal. De la même manière, des recalibrages même mineurs du chenal auront nécessairement un impact ; mais quel sera-t'il ? Il paraît également possible que l'augmentation des débits de crue pour les périodes de 30 à 100 ans se traduise par des modifications de l'équilibre des fonds ; mais de quelle ampleur ? En la matière, il faut remarquer avec humilité que la prédiction de la réponse demeure bien difficile.

Le projet expertisé n'envisage pas les conséquences écologiques de l'aménagement. Il nous semble particulièrement regrettable que *le parti pris de stabiliser le profil en long aille à l'encontre des processus de régénération des biotopes du chenal*, tendance déjà fortement limitée actuellement. La mise en place de casiers d'inondation serait, dans une certaine mesure, susceptible de compenser la diminution de la diversité géomorphologique et plus généralement écologique au sein du chenal, en produisant de nouveaux biotopes de plaine d'inondation ; cet aspect n'a pas été envisagé dans les documents exclusivement hydrauliques que nous avons consultés. Favoriser un accroissement contrôlé du dynamisme latéral du chenal, afin de diversifier les formes fluviales, ne paraît pas non plus incompatible avec une amélioration de la protection contre les inondations. Du point de vue des experts du C.S., tout ceci nécessite que l'on y réfléchisse.

Même si l'épandage des crues dans des casiers d'inondation est, somme toutes, novateur et mérite qu'on le soutienne, il n'en demeure pas moins que l'absence d'intégration d'un projet d'une telle ampleur dans un plan de gestion de l'hydrosystème soulève bien des questions. Nous avons globalement, et en dépit de quelques réserves, souligné le sérieux du projet hydraulique. Cependant, les membres du C.S ne peuvent que faire remarquer que les choix auraient probablement été différents *si d'autres critères que la seule fonctionnalité hydraulique avaient été pris en compte* (voir § 5.2).

A ce titre, le projet tel qu'il est actuellement aurait pu ne pas faire l'objet d'une demande d'expertise auprès du C.S. du Comité de Bassin, car trop éloigné d'un projet impliquant sérieusement l'aménagement et la gestion intégrés de l'eau. A moins que le Comité n'attende que ce simple message de la part de ses experts...

Grenoble, juin et septembre 1994

*Jean Luc PEIRY*

Institut de Géographie Alpine, GRENOBLE

Lyon, mars et juin 1994

*Guy OBERLIN*

Cemagref, LYON