



PERSPECTIVES D'ÉVOLUTION DE LA GESTION DES VOLUMES STOCKÉS DANS LE BARRAGE DES MONTS D'ORB

Rapport final

Novembre 2011



PERSPECTIVES D'ÉVOLUTION DE LA GESTION DES VOLUMES STOCKÉS DANS LE BARRAGE DES MONTS D'ORB

PRÉAMBULE

1. CONTEXTE GÉNÉRAL : UN OUVRAGE D'ENVERGURE RÉGIONALE.....	1
2. LE BARRAGE, SA VOCATION ET SES FONCTIONALITÉS	5
2.1 Contexte historique	5
2.2 Vocation et fonctionnalité de l'ouvrage	7
2.2.1 Un ouvrage de régulation inter-saisonnière	7
2.2.2 L'atténuation des crues	7
2.2.3 La production d'hydroélectricité	10
2.3 Le barrage, sa retenue et son bassin versant	13
2.4 Textes encadrant la gestion de l'ouvrage	20
2.4.1 Liste des textes	20
2.4.2 Règles de gestion hydrauliques contenues dans les textes	20
2.5 Gestion opérationnelle de l'ouvrage	24
2.5.1 Gestion quotidienne	24
2.5.2 Gestion des crises	27
2.6 Surveillance et Sécurité de l'ouvrage	29
2.7 Coûts liés à l'ouvrage	30
3. RAPPEL SUR LES ÉTUDES EXISTANTES.....	31

4. ANALYSE RÉTRO-PROSPECTIVE SUR LES PRÉLÈVEMENTS EN EAU ET LES USAGES À L'ÉCHELLE DU BASSIN VERSANT DE L'ORB.....	37
4.1 L'Orb et sa nappe alluviale constitue un hydrosystème unique	37
4.2 Les prélèvements compensés par le barrage	38
4.2.1 Présentation d'ensemble	38
4.2.2 Station de pompage de Cessenon	39
4.2.3 Stations de pompage de Réals et de Gaujac	42
4.2.4 Station de pompage de Portiragnes	62
4.2.5 Prospective pour les besoins liés potentiellement au système de la concession régionale	66
4.3 Les autres prélèvements pour l'irrigation	68
4.4 Les autres prélèvements pour l'AEP	70
4.4.1 Ensemble des communes hors CABM utilisant l'Orb ou sa nappe	70
4.4.2 Communauté d'Agglomération Béziers Méditerranée	72
4.5 Synthèse sur les prélèvements dans la ressource Orb	86
4.5.1 Prélèvements actuels	86
4.5.2 Futurs possibles	88
5. APPORTS AU BARRAGE	91
5.1 Apports calculés sur la base de la série historique	91
5.1.1 Apports annuels au barrage	91
5.1.2 Apports cumulés du 1 ^{er} octobre au mois N	92
5.1.3 Espérance d'apports avec prise en compte d'une courbe de remplissage visant à maintenir un volume d'écrêtement dans le barrage	95
5.2 Calage d'un modèle pluie - débit	96
5.2.1 Objectif et Principe	96
5.2.2 Données utilisées	97
5.2.3 Modèles utilisés	98
5.2.4 Calage du modèle	98
5.3 Approche de l'impact du changement climatique sur les apports au barrage	100
5.3.1 Méthode	100
5.3.2 Données utilisées	100
5.3.3 Traduction des hypothèses de changement climatique sur les écoulements mensuels au barrage	104
5.3.4 Traduction des hypothèses de changement climatique sur les espérances d'apports cumulés du 1 ^{er} octobre au mois N	106

6. CONTRAINTES À CONSIDÉRER POUR L'EXPLOITATION DU BARRAGE	109
6.1 Consignes de gestion pour l'atténuation des crues	109
6.2 Vitesse d'abaissement du plan d'eau	110
6.3 Débit réservé	110
6.4 Cote minimale	111
6.4.1 Qualité des eaux en phase exploitation	112
6.4.2 Qualité des sédiments	114
6.4.3 Qualité des eaux lors de la vidange de 2000	115
6.4.4 Conclusion	117
6.5 Satisfaction des besoins et des consignes	119
7. CONSTRUCTION D'UN MODÈLE DE SIMULATION DE GESTION DE L'OUVRAGE À L'ÉCHELLE DU BASSIN VERSANT	121
7.1 Objectif et principe du modèle	121
7.2 Topologie du modèle	122
7.3 Données d'entrée	124
7.3.1 Apports	124
7.3.2 Prélèvements	124
7.3.3 Caractéristiques du barrage	125
7.4 Détail de la modélisation de la gestion du barrage	125
7.4.1 Utilisation de courbes de consigne	125
7.4.2 Règles de fonctionnement	126
7.5 résultats disponibles dans le modèle	127
7.6 Outil utilisé	127
8. ANALYSE DU RÉGIME HYDROLOGIQUE DE L'ORB.....	129
8.1 Résultats du modèle en différents points	129
8.2 Influence des lâchers du barrage et d'EDF sur l'Orb	133
8.2.1 Hérépian	133
8.2.2 Aval Réals et Amont Béziers	134
9. LE BARRAGE RÉPOND-IL À SA FONCTION NOMINALE ?	137

10. DE QUELLE MARGE DE MANŒUVRE DISPOSE-T-ON POUR AUGMENTER LES PRÉLÈVEMENTS ET/OU LES DÉBITS DE CONSIGNE ?	139
10.1 Conclusions avec le climat actuel	139
10.2 Conclusions dans l'hypothèse d'un changement climatique	141
11. QUELS SONT LES IMPACTS D'UNE MODIFICATION DU MODE DE GESTION DES CRUES ?.....	142
12. SYNTHÈSE ET CONCLUSIONS	145

TABLE DES ILLUSTRATIONS

CARTE

Carte 1 : Zoom sur la nappe alluviale de l'Orb (secteur basse et moyenne vallée).....	37
---	----

FIGURES

Figure 1 : Le barrage des Monts d'Orb	5
Figure 2 : Microcentrale du Barrage des Monts d'Orb - Production hydroélectrique depuis la mise en place	11
Figure 3 : Vue de face et en coupe du barrage des Monts d'Orb	14
Figure 4 : Courbes Hauteur/Volume/Surface de la retenue du barrage des Monts d'Orb.....	17
Figure 5 : Représentation schématique du niveau de l'eau dans la retenue en fonction du volume stocké	18
Figure 6 : Station de Cessenon – Historique du volume annuel prélevé	39
Figure 7 : Station de Cessenon – Historique du volume distribué aux bornes agricoles – Lien avec le déficit hydrique	40
Figure 8 : Station de Cessenon – Historique des débits souscrits pour l'usage agricole	40
Figure 9 : Station de Cessenon – Prélèvement au pas de temps hebdomadaire (2002 à 2007)	41
Figure 10 : la station de Réals.....	42
Figure 11 : Station de Réals – Historique du volume annuel prélevé et des volumes distribués.....	44
Figure 12 : Station de Réals – Prélèvement au pas de temps hebdomadaire (2002 à 2007).....	44
Figure 13 : Détail AEP/autres usages du prélèvement à Réals au pas de temps mensuel – années 2005 et 2006	45
Figure 14 : Station de Gaujac – Historique du volume annuel prélevé.....	46
Figure 15 : Station de Gaujac – Prélèvement au pas de temps mensuel (2002 à 2007)	46
Figure 16 : Stations de Réals et Gaujac – Historique du volume prélevé et des volumes consommés pour les différents usages	47
Figure 17 : Station de Réals + Gaujac – Historique du volume agricole distribué aux bornes – Lien avec le déficit hydrique	48
Figure 18 : Station de Réals + Gaujac – Historique des débits souscrits	48
Figure 19 : Station de Réals + Gaujac – Historique du volume EUD distribué aux bornes – Lien avec le déficit hydrique	49
Figure 20 : Station de traitement AEP de Puech de Labade	50
Figure 21 : Volume annuel utilisé pour la desserte AEP depuis la station de Puech de Labade	51
Figure 22 : Débit entrée station de Puech de Labade au pas de temps mensuel	51
Figure 23 : Volume prélevé par la commune de Port-la-Nouvelle dans la nappe de la Berre.....	58
Figure 24 : Station de traitement AEP de Cazouls les Béziers	59
Figure 25 : Station AEP de Cazouls-les-Béziers – V annuel en entrée station	60
Figure 26 : Débit entrée station de Cazouls-les-Béziers au pas de temps mensuel	60
Figure 27 : Station de Réals – Historique des volumes injectés dans le canal du Midi.....	61
Figure 28 : Réalimentation du canal du Midi par l'Orb dans sa traversée de Béziers (seuil de Pont-Rouge).....	63
Figure 29 : Station de Portiragnes – Historique du volume annuel prélevé et des volumes distribués.....	64

Figure 30 : Station de Portiragnes – Historique du volume distribué aux bornes agricoles – Lien avec le déficit hydrique.....	64
Figure 31 : Station de Portiragnes - Historique des débits souscrits pour l'usage agricole.....	65
Figure 32 : Station de Portiragnes – Prélèvement au pas de temps hebdomadaire (2002 à 2007).....	65
Figure 33 : Prélèvements AEP dans les ressources superficielles ou alluviales du bassin de l'Orb (hors BRL et hors CABM).....	71
Figure 34 : Évolution du prélèvement brut annuel total de la CABM et de son prélèvement brut dans l'Orb (puits de Carlet, Rayssac et Tabarka) de 1989 à 2005	75
Figure 35 : Prélèvement de la CABM dans l'Orb (puits de Carlet - Rayssac et Tabarka) au pas de temps mensuel de 1999 à 2006.....	76
Figure 36 : Évolution du prélèvement brut annuel de la CABM dans la nappe astienne de 1989 à 2005	77
Figure 37 : Inventaire des principaux prélèvements dans le bassin de l'Orb (cours d'eau et nappes alluviales) ou liés à l'Orb (Portiragnes) – Débits cumulés	87
Figure 38 : Prélèvements dans l'Orb – Futur possible : Hypothèse BASSE.....	89
Figure 39 : Prélèvements dans l'Orb – Futur possible : Hypothèse HAUTE	90
Figure 40 : Apports cumulés au barrage des Monts d'Orb du 1 ^{er} octobre au 1 ^{er} juin : les 10 plus petites valeurs connues.....	93
Figure 41 : apports cumulés au barrage des Monts d'Orb pendant l'année 2004/05	94
Figure 42 : gestion effective du barrage des Monts d'Orb pendant l'année 2004/05	94
Figure 43 : Principe d'un modèle Pluie-Débit.....	96
Figure 44 : Localisation des postes pluviométriques existants sur le bassin versant amont.....	97
Figure 45 : Débits naturels à Hérépian.....	129
Figure 46 : Débits influencés par les prélèvements et les lâchers du barrage à Hérépian.....	130
Figure 47 : Débits naturels à Hérépian.....	130
Figure 48 : Débits influencés par les prélèvements et les lâchers du barrage à Hérépian.....	130
Figure 49 : Débits naturels à l'aval de Réals.....	131
Figure 50 : Débits naturels à l'amont de Béziers	131
Figure 51 : Débits influencés par les prélèvements et les lâchers du barrage à l'amont de Béziers	131
Figure 52 : Débits naturels à l'amont de Béziers	132
Figure 53 : Débits influencés par les prélèvements et les lâchers du barrage à l'amont de Béziers	132
Figure 54 : Débits influencés par les prélèvements et les lâchers du barrage et d'EDF à l'amont de Béziers	132
Figure 55 : Débits mensuels moyens et décennaux secs à Hérépian	133
Figure 56 : Débits journaliers lissés sur 10 jours de fréquence décennale sèche.....	134
Figure 57 : Débits mensuels moyens et décennaux secs à l'aval de Réals	134
Figure 58 : Débits mensuels moyens et décennaux secs à l'amont de Béziers	134

TABLEAUX

Tableau 1 : atténuation des crues sur 2h par le barrage des Monts d'Orb.....	9
Tableau 2 : Atténuation des crues journalières par le barrage des Monts d'Orb.....	10
Tableau 3 : Quelques valeurs des courbes H/V/S du barrage des Monts d'Orb.....	17
Tableau 4 : Crues maximales au droit du barrage des Monts d'Orb (m ³ /s).....	19
Tableau 5 : Rendement sur les adducteurs aval de Puech (source : BRLE).....	53
Tableau 6 : Rendements des communes desservies par la station de traitement de Puech de Labade.....	54
Tableau 7 : Présentation des indices de perte linéaires des communes desservies par Puech de Labade (données BRLE) en 2004.....	55
Tableau 8 : Réals + Gaujac : ratio volumes distribués / volumes prélevés.....	62
Tableau 9 : Portiragnes : ratio volumes distribués / volumes prélevés.....	66
Tableau 10 : Prélèvements AEP dans les ressources superficielles ou alluviales du bassin de l'Orb (hors BRL et hors CABM) en m ³ /s.....	70
Tableau 11 : Origine de l'eau par commune (tableau extrait du Schéma Directeur de la CABM).....	74
Tableau 12 : Principaux prélèvements nets dans le bassin de l'Orb (cours d'eau et nappes alluviales) ou liés à l'Orb (Portiragnes).....	86
Tableau 13 : Prélèvements dans l'Orb – Futur possible : Hypothèse BASSE.....	88
Tableau 14 : Prélèvements dans l'Orb – Futur possible : Hypothèse HAUTE.....	89
Tableau 15 : Apports cumulés au barrage des Monts d'Orb du 1 ^{er} octobre au mois N – série 1968-2006.....	92
Tableau 16 : Lame précipitée sur le bassin versant du barrage des Monts d'Orb – Quantiles expérimentaux sur la série 1970 - 2007.....	97
Tableau 17 : ETP sur le bassin du barrage des Monts d'Orb – Quantiles expérimentaux sur la série 1970 - 2007.....	98
Tableau 18 : Apports cumulés au barrage des Monts d'Orb du 1 ^{er} octobre au mois N – SCENARIO A2	106
Tableau 19 : Apports cumulés au barrage des Monts d'Orb du 1 ^{er} octobre au mois N – SCENARIO B2	107
Tableau 20 : Courbe de consigne « Cote maximale pour maintien d'un creux d'écrêtement » actuellement utilisée par l'exploitant.....	110

PRÉAMBULE

Le barrage des Monts d'Orb (appelé initialement barrage d'Avène), mis en eau en 1964, est un ouvrage majeur de la concession de la Région Languedoc – Roussillon¹ à BRL. Il a pour fonction d'assurer la compensation de prélèvements réalisés plus en aval sur l'Orb, pendant l'étiage, par des lâchers de volumes d'eau stockés entre l'automne et le printemps.

Ces prélèvements desservent des périmètres d'irrigation de la concession (casiers 5, 6 et 7) et deux stations d'alimentation en eau potable (Puech de Labade et Cazouls les Béziers) desservant plus de 150 000 personnes en période estivale.

Plusieurs réflexions en cours conduisent à **s'interroger sur le potentiel représenté par le barrage des Monts d'Orb : une fois remplie cette fonction première, existe-il des marges de manœuvre pour assurer d'autres fonctions ?** Cette question a été soulevée lors de la démarche AQUA 2020, lors des études d'opportunité du projet Aqua Domitia, et dans le cadre des réflexions sur les débits d'étiage de l'Orb.

Elle a déjà été l'occasion d'études, la dernière en date remontant à 2000. BRL a souhaité, par la présente réflexion, actualiser les données disponibles (sur l'hydrologie du fleuve Orb et les prélèvements en eau en particulier) pour apporter des éléments de réponse les plus précis possibles.

Les objectifs de l'étude sont ainsi les suivants :

- établir une **synthèse sur la vocation de l'ouvrage**, ses fonctionnalités, sa gestion passée et les textes qui encadrent son fonctionnement,
- actualiser les conditions hydrologiques conduisant au remplissage du barrage (en intégrant les évolutions climatiques récentes) ainsi que les besoins en eau à compenser en aval, afin d'**évaluer le volume d'eau à stocker pour assurer de façon sécurisée les usages correspondant à la vocation de l'ouvrage** ;
- en **déduire les volumes qui pourraient éventuellement être affectés à d'autres usages ou fonctions** (besoins AEP ou irrigation supplémentaires, soutien d'étiage, production d'énergie renouvelable, atténuation des crues), décrire différents scénarios de gestion adaptée et en évaluer les conséquences financières en termes d'investissement et de fonctionnement.

Le cahier des charges de l'étude a été défini en partenariat avec les différents financeurs : Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse, Conseil Général de l'Hérault et le Syndicat Mixte de la Vallée de l'Orb.

¹ Depuis le 1^{er} janvier 2008, suite au transfert de la concession d'Etat à la Région.

1. CONTEXTE GÉNÉRAL : UN OUVRAGE D'ENVERGURE RÉGIONALE

Le barrage des Monts d'Orb est situé dans la haute vallée de l'Orb, à 1,5 km d'Avène et à 25 km au nord de Bédarieux.

Replaçons l'ouvrage dans son contexte en faisant appel à deux notions : le territoire hydrologique et le territoire de demande.

TERRITOIRE HYDROLOGIQUE

Le territoire hydrologique correspond à l'ensemble des hydrosystèmes affectés potentiellement par la gestion de l'ouvrage. En première analyse, il s'agit ici du bassin versant du fleuve Orb. Par « effet domino », on verra qu'il pourra être question, grâce à une plus grande sollicitation du barrage, de soulager d'autres hydrosystèmes locaux, comme par exemple la nappe astienne.

La carte ci-après indique la position très en amont du barrage dans le bassin de l'Orb. Cette position a trois conséquences :

- le barrage influence une grande partie du fleuve. L'ouvrage se situe en effet seulement à environ 15 km des sources de l'Orb dont la longueur totale est de **145 km**. Ainsi **90% du linéaire du fleuve est influencé par le barrage**.
- l'ouvrage contrôle seulement une faible partie du bassin versant de l'Orb. Le bassin versant du barrage (125 km²) contrôle seulement **8% de la surface totale du bassin de l'Orb** (1 545 km²). On verra que le bassin du barrage représente cependant **en moyenne sur l'année 18% des apports naturels² du bassin versant total**. Ce ratio est seulement valable pour les apports moyens, en période de crue la saturation des sols est très différente et la répartition des pluies beaucoup plus aléatoire.

TERRITOIRE DE DEMANDE

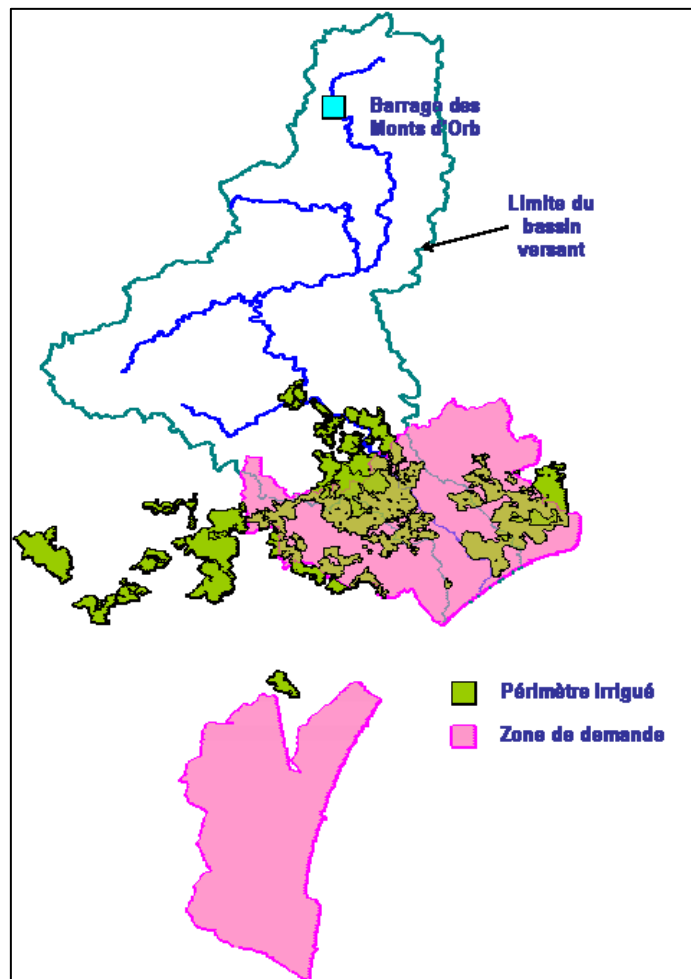
Le territoire de demande est constitué par **l'ensemble des zones dont la desserte en eau, pour un ou plusieurs usages, s'effectue déjà depuis la ressource Orb**. Ce territoire est plus large que le seul bassin versant : des prélèvements alimentés par l'Orb ou sa nappe desservent des territoires situés en dehors du bassin versant. On distinguera les prélèvements non compensés actuellement par le barrage et ceux qui le sont.

² Ratio sur les apports moyens sur la période 1965-2006, les apports d'EDF issus d'un autre bassin versant ne sont pas intégrés ici.

Concernant ces derniers, soulignons en effet que le barrage des Monts d'Orb est la partie amont d'un ensemble qui comprend :

- un élément de régulation et de compensation : le barrage lui-même, d'un volume utile de 30,4 Mm³, situé sur la commune d'Avène,
- quatre points de prélèvements :
 - ◆ la station de pompage de Réals (commune de Cessenon-sur-Orb),
 - ◆ la station de pompage de Cessenon (commune de Cessenon-sur-Orb),
 - ◆ la station de pompage de Gaujac,
 - ◆ la prise gravitaire de Pont Rouge (commune de Béziers) complétant l'alimentation du canal du Midi, qui sert de vecteur pour la desserte de la station de pompage de Portiragnes (commune de Portiragnes) ;
- les périmètres irrigués par les stations de pompage :
 - ◆ environ 370 ha depuis Cessenon,
 - ◆ environ 8 850 ha depuis Réals et Gaujac,
 - ◆ environ 5 670 ha depuis Portiragnes ;
- les stations de traitement d'eau potable desservies par la station de pompage de Réals :
 - ◆ unité de traitement de Cazouls-les-Béziers qui dessert :
 - × le Syndicat à Vocation Multiple (SIVOM) d'Ensérune,
 - × la commune de Cazouls-les-Béziers,
 - ◆ unité de traitement de Puech de Labade (située sur la commune de Fleury d'Aude) qui alimente :
 - × les communes de Vendres (secteur des campings), Coursan (en partie), Gruissan et Port-la-Nouvelle (en partie),
 - × le Syndicat Intercommunal d'adduction d'Eau Potable du littoral Sud Audois : communes de Bages, Fitou, La Palme, Leucate, Peyriac-de-Mer, Roquefort-des-Corbières, Sigean, Caves et Treilles.La station de Puech de Labade permet par ailleurs de sécuriser la desserte en eau potable des communes de la Narbonnaise desservies actuellement par un prélèvement dans la nappe alluviale de l'Aude (puits de Moussoulens situés sur la commune de Moussan) : Narbonne, Salles d'Aude, Vinassan, Armissan et Fleury d'Aude.

La carte ci-dessous représente, de façon schématique, la superposition du bassin versant et du territoire de demande associé (en l'état actuel des prélèvements). Elle met en évidence la dimension de « ressource régionale » de l'ouvrage.



2. LE BARRAGE, SA VOCATION ET SES FONCTIONALITÉS

Figure 1 : Le barrage des Monts d'Orb



2.1 CONTEXTE HISTORIQUE

Documents source :

- Ouvrage « *La conquête de l'eau – BRL, histoire de l'aménagement en Languedoc Roussillon* », Michel Maisonneuve, EDITEA, 1992 (pages 86 à 90) ;
- Exposé « *La Mission racine (1963-1983) et 45 ans d'aménagement du littoral languedocien* » de Philippe Jouvin au séminaire des Sites et Paysages – 25, 26, 27 Juin 2008, http://www.languedoc-roussillon.ecologie.gouv.fr/seminaire/Philippe%20jouvin_amenagement%20littoral.pdf

A L'OUEST LE RHÔNE, À L'EST LES RESSOURCES LOCALES

Il avait été imaginé au départ que le canal principal de la Concession BRL, alimenté par la prise au Rhône, se déroulerait sur 240 km jusqu'à Coursan, dans l'Aude.

Ce plan a été ensuite corrigé quand les études ont montré « *qu'à l'ouest il serait moins coûteux et plus efficace de ne développer que des réseaux alimentés par des ressources locales, en prélevant sur des fleuves comme l'Hérault, l'Orb, et en construisant des barrages-réservoirs.* »

D'où la décision de construire le barrage, qui s'appelait alors « barrage d'Avène », en vue de développer l'irrigation dans la vallée de l'Orb.

Le barrage est terminé en 1962. Les stations sont mises en service en 1961 (Gaujac et Portiragnes), 1968 (Réals) et 1982 (Cessenon).

LA MISSION RACINE ET LE DÉVELOPPEMENT DE LA DESSERTÉ AEP DEPUIS LE RÉSEAU LIÉ AU BARRAGE

Au début des années 1960 émerge la volonté d'aménager le littoral languedocien. Après hésitations et conflits de prérogatives entre BRL et l'Etat, c'est finalement ce dernier qui initie le chantier qu'il confie en 1963 à une « Mission Interministérielle d'aménagement du littoral du Languedoc Roussillon » dite mission Raynaud-Racine ou mission Racine, du nom de son directeur.

Pour l'Etat la mission a deux objectifs :

- « diversifier l'économie régionale par le tourisme ;
- récupérer les devises des touristes du Nord de l'Europe. »

Avec des moyens permettant de :

- stopper la spéculation foncière (ZAD) en évitant la prolifération de lotissements et d'habitat diffus,
- structurer et équilibrer la capacité touristique (unités nouvelles et stations anciennes),
- définir, concevoir et réaliser les équipements généraux : infrastructures, assèchement des marécages, réalisation de boisements, canalisation des cours d'eau, eau potable,
- créer des coupures d'urbanisation entre les stations nouvelles à l'échelle des UT (Unités Touristiques Nouvelles).

C'est finalement l'Etat qui porte le projet de développement touristique, BRL est cependant mis à contribution pour en particulier alimenter en eau potable les nouveaux ensembles touristiques.

C'est donc à cette époque que ce développe le réseau du « littoral audois » alimenté depuis la station de traitement de Puech de Labade, mise en service en 1969 et elle-même alimentée depuis la station de Réals prélevant dans l'Orb régulée par le barrage des Monts d'Orb.

2.2 VOCATION ET FONCTIONNALITÉ DE L'OUVRAGE

2.2.1 Un ouvrage de régulation inter-saisonnière

La vocation historique du barrage des Monts d'Orb est la **compensation de prélèvements réalisés plus en aval sur l'Orb, pendant l'étiage, par des lâchers de volumes d'eau stockés entre l'automne et le printemps**. Il s'agit d'un ouvrage de régulation inter-saisonnière. La fonction d'écrêtement des crues ne fait pas partie des fonctions assignées à l'ouvrage.

Ce point est précisé dans l'article 1^{er} du **décret n°61-673 du 24 juin 1961**, approuvant (...) et déclarant d'utilité publique les travaux de construction du barrage d'Avène sur l'Orb, dans le département de l'Hérault :

« **Article 1^{er}** : La concession octroyée à la Compagnie Nationale d'Aménagement de la Région du Bas-Rhône et du Languedoc par le décret du 14 septembre 1956 est étendue à la construction et à l'exploitation d'un barrage réservoir à construire sur le fleuve Orb, en amont du village d'Avène.

Cet ouvrage, qui est décrit à l'avant projet visé ci-dessus, aura pour objet de retenir une partie des eaux du fleuve qui sera restituée dans le lit naturel aux périodes favorables à l'irrigation et reprise en vue d'alimenter les différents ouvrages d'irrigation. (...) »

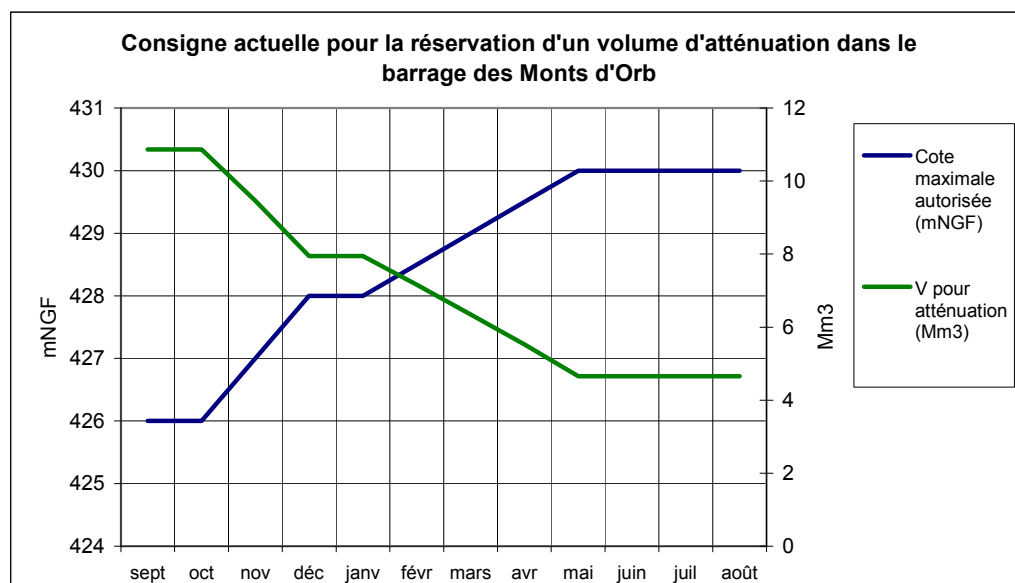
Les textes encadrant cette gestion sont détaillés plus bas (§ « Textes encadrant la gestion de l'ouvrage »).

La régulation conduit à une modification du régime hydrologique de l'Orb. La question de l'influence du barrage sur le débit de l'Orb est examinée dans un chapitre spécifique.

2.2.2 L'atténuation des crues

L'atténuation des crues ne fait pas partie des fonctions assignées à l'ouvrage. Ses gestionnaires ont cependant toujours agi dans le sens d'une atténuation des crues en provenance du bassin versant de l'ouvrage.

Selon les époques, le volume réservé à l'écrêtement a cependant varié. Le graphe ci-dessous présente les consignes actuelles pour le remplissage du barrage.



Ces consignes permettent de maintenir dans le barrage un creux de 10 Mm³ pendant les mois de septembre et octobre (les plus exposés statistiquement aux crues) puis de remplir progressivement le barrage.

EXEMPLES D'ATTÉNUATION

Le tableau ci-dessous indique l'écrêtement des débits de pointe réalisé par le barrage pour les crues historiques connues depuis la mise en service jusqu'en 1995.

Tableau 1 : atténuation des crues sur 2h par le barrage des Monts d'Orb

Historique des crues entrant au barrage des Monts d'Orb

Date	Débit entrant moyen de 2 h (m ³ /s)	Débit lâché (m ³ /s)	Taux d'écrêtement (%)
25/08/65	190	4	98
16/10/65	91	28	69
26/10/65	50	27	45
17/02/66	59	42	29
15/05/66	88	20	77
05/10/66	99	35	65
09/11/66	163	6	96
20/01/67	50	3	94
16/02/67	52	3	94
09/03/67	70	66	6
14/04/68	96	1	99
07/12/68	56	2	97
07/01/69	73	3	96
04/03/69	72	42	42
06/04/69	65	40	38
11/10/69	64	7	89
18/10/69	183	57	69
11/01/70	108	87	19
11/10/70	76	2	97
14/01/71	59	3	95
31/01/71	85	2	97
08/04/71	105	90	14
23/04/71	137	110	20
17/01/72	202	90	55
12/02/72	116	16	86
16/03/72	68	52	24
15/06/72	52	50	4
21/12/73	104	3	97
24/12/73	91	20	78
22/03/74	63	60	5
16/01/75	113	2	98
20/02/76	113	40	65
26/10/76	70	3	96
23/01/77	58	50	13
22/10/77	67	3	96
04/03/78	135	80	41
26/04/78	84	50	40
11/06/78	72	47	34
22/01/79	67	3	95
26/10/79	180	30	83
24/02/80	85	83	3
21/09/80	230	30	87
17/10/80	69	2	97
09/11/80	60	2	96
10/05/81	52	50	4
28/12/81	70	3	96
16/01/82	120	80	33
02/04/82	101	90	11
08/11/82	300	92	69
24/04/83	71	69	3
14/11/84	114	1	99
01/12/84	108	94	13
15/11/86	70	3	96
03/02/87	45	3	93
10/10/87	150	3	98
05/12/87	73	72	1
26/04/89	85	2	97
21/11/89	105	3	97
23/10/90	185	1	99
24/05/92	68	1	99
27/09/92	480	85	82
27/04/93	91	35	61
11/05/93	55	20	63
03/11/93	66	3	95
23/09/94	113	3	97
19/10/94	76	3	96
05/11/94	207	110	47
17/12/95	241	146	39

Le tableau suivant montre pour les plus forte crue (en volume) de 1965 à 2009 les écrêtements constatés (attention les débits entrants sont journaliers et non sur 2h) :

Tableau 2 : Atténuation des crues journalières par le barrage des Monts d'Orb

Date	débit entrant calculé (m3/s)	débit sortant total (m3/s)	Taux d'écrêtement (%)
19/10/1969	97.06	53.07	45%
17/01/1972	142.28	48.93	66%
08/11/1982	264.62	62.00	77%
14/11/1984	93.45	86.80	7%
27/09/1992	141.73	66.00	53%
05/11/1994	167.39	110.00	34%
17/12/1995	139.84	113.30	19%
23/01/1996	176.74	143.30	19%
29/01/1996	123.30	93.30	24%
27/02/1996	105.62	88.30	16%
15/10/1996	101.63	3.00	97%
05/12/1996	91.36	76.05	17%
07/12/1996	108.54	90.50	17%
18/12/1997	241.00	158.52	34%
14/11/1999	108.80	36.10	67%
11/12/2002	89.59	45.00	50%
27/02/2003	147.50	109.10	26%
23/11/2003	96.29	63.00	35%
04/12/2003	102.30	78.00	24%
30/04/2004	103.19	87.40	15%

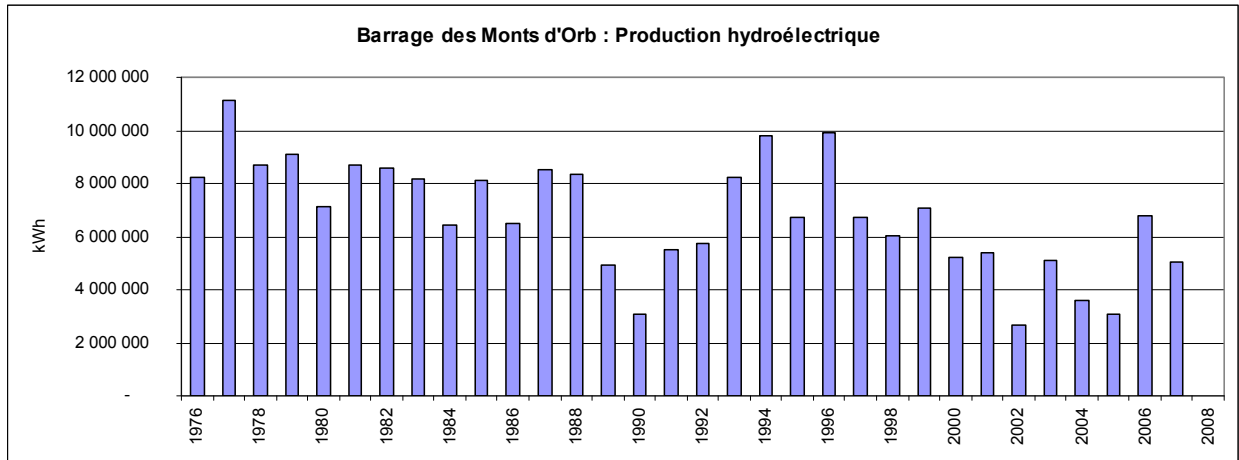
2.2.3 La production d'hydroélectricité

Une microcentrale est adjointe à l'ouvrage en **1975**. Ses caractéristiques techniques sont présentées plus haut.

PRODUCTION

Le tableau suivant indique la production hydroélectrique de l'ouvrage depuis sa mise en service.

Figure 2 : Microcentrale du Barrage des Monts d'Orb - Production hydroélectrique depuis la mise en place



Sur la période 2002-2007, cette moyenne s'élève à 4,5 millions de kWh. La production moyenne annuelle depuis la mise en place de la turbine du barrage s'élève à **6,9 millions de kWh**.

On peut donner quelques ordres de grandeur concernant cette production moyenne ($6,9 \cdot 10^6$ kWh/an) :

- elle correspond à celle produite par 4,5 ha de panneaux solaires (soit environ 9 terrains de football en surface), (avec une hypothèse d'énergie produite de 150 kWh/an par m² de panneau) ;
- un ménage consomme en moyenne 5400 kWh/an d'électricité. La production du barrage représente donc la consommation annuelle d'environ 1200 ménages.

TARIF D'ACHAT PAR EDF

EDF achète l'énergie produite selon les tarifs suivants :

		Coût appliqué euros H.T. par Kwh		
		Heures de Pointe	Heures Pleines	Heures Creuses
Heures d'hiver	Du 01/11/05 au 31/03/06	0.13822	0.06959	0.04636
Heures d'été	Du 01/04/06 au 31/10/06		0.03555	0.03308
Heures d'hiver	Du 01/11/06 au 31/03/07	0.14066	0.07082	0.04718
Heures d'été	Du 01/04/07 au 31/10/07		0.03618	0.03367
Heures d'hiver	Du 01/11/07 au 31/03/08	0.14285	0.07193	0.04791
Heures d'été	Du 01/04/08 au 31/10/08		0.03674	0.03419
Heures d'hiver	Du 01/11/08 au 31/03/09	0.14642	0.07373	0.04911
Heures d'été	Du 01/04/09 au 31/10/09		0.03766	0.03504

NB : EDF applique une majoration au tarif Hiver en fonction de la qualité de l'énergie produite. Le tarif indiqué est donc un tarif moyen constaté.

CHIFFRE D'AFFAIRE ASSOCIÉ

En termes de chiffres d'affaires, la production hydroélectrique représente entre 4 et 5 centimes d'euros par kWh produit. Entre 2002 et 2006, le chiffre d'affaire a varié entre 110 000 et 340 000 euros. Il a été en moyenne de 200 000 euros (pour une moyenne de 4.5 M kWh). Cependant la production historique est plus importante avec en moyenne 7 M kWh de 1976 à 2006.

LA CONVENTION BRL/EDF POUR L'USINE DE TRUSCAS

BRL a signé avec EDF le 1^{er} juin 1976, une convention qui détermine la compensation à EDF de l'impact du barrage sur la production de l'usine hydroélectrique de Truscas situé à son aval.

Selon les périodes, le barrage conduit à accroître ou au contraire diminuer la production de l'usine par rapport à la situation sans barrage. Un compte est tenu des différences de production avec ce régime naturel et le solde (soit en faveur d'EDF, soit en faveur de BRL) est établi en fin d'année.

Une production Fictive (F) est calculée (en fonction des variations de stock dans le barrage et des débit au droits de Truscas), elle est comparée à la production réelle (R).

En cas de solde positif pour BRL ($F-R > 0$), la somme due par EDF est de 50% du solde (F-R) pour tenir compte que ce gain est possible par la présence des infrastructures d'EDF. Par contre, en cas de manque à gagner pour EDF, l'intégralité du solde est du à EDF par BRL.

Il est à noter que globalement le solde est positif pour BRL.

Le calcul, des sommes à verser se base sur une actualisation des prix du kWh existant dans la convention de 1976. Ces tarifs sont bien en dessous des tarifs habituels d'EDF, de l'ordre de 50%. Ils varient chaque année suivant un indice. A titre d'exemple, les tarifs du 1^{er} octobre 2007 au 30 septembre 2008 sont les suivants :

	Heure de pointe	Heure pleine	Heure creuse
Tarif hiver (octobre à mars) en €/kWh	0.07531	0.05051	0.02566
Tarif été (avril à septembre) en €/kWh	/	0.02607	0.01684

Les sommes dues par EDF à BRL ont été de 22 100 euros en 2007 et de 4 100 euros en 2008.

2.3 LE BARRAGE, SA RETENUE ET SON BASSIN VERSANT

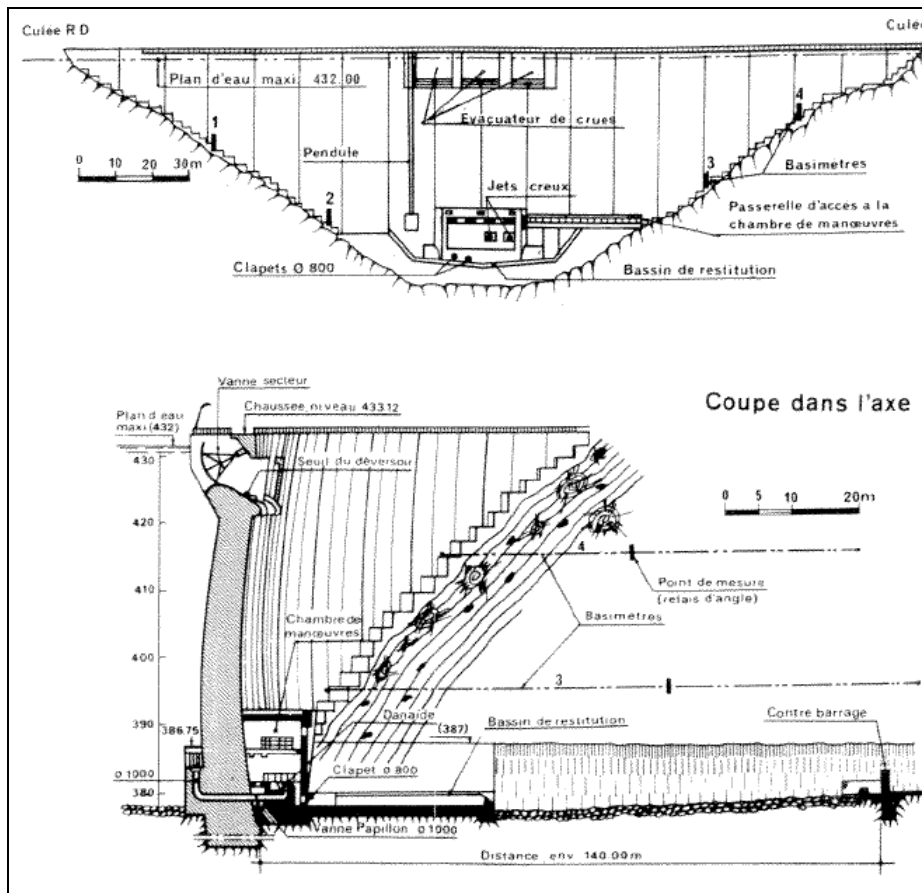
D'une hauteur de **62 m**, le barrage des Monts d'Orb, mis en eau en 1964, est un barrage de **type voute mince** qui permet le stockage de **30,6 Mm³** au niveau de la cote de retenue normale **430 mNGF**. L'ouvrage contrôle un bassin versant de **125 km²** (8 % de la surface totale du bassin de l'Orb) dont les crues maximales (T=1 000 ans) sont estimées à 1100 m³/s. Le barrage comprend depuis 1975 une **microcentrale** équipée pour un débit maximum de 3,2 m³/s correspondant à une puissance de **1 300 kW**.

On détaille ci-après ses caractéristiques.

CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES DU BARRAGE

- Type d'ouvrage : **voute mince**
- Côte supérieure de la crête : 433,12 mNGF
- Côte supérieur du parapet : 434,25 mNGF
- Longueur en crête, culées comprises : 240,00 m
- Longueur en crête, culées non comprises : 217,00 m
- Hauteur maximale du barrage au-dessus de la fondation : .. 61,75 m
- Épaisseur à la clef, au couronnement : 2,60 m
- Épaisseur à la clef à la cote 375,00 mNGF : 7,15 m
- Volume de béton de la voute : 50 000 m³
- Volume de béton hors voute : 10 000 m³

Figure 3 : Vue de face et en coupe du barrage des Monts d'Orb

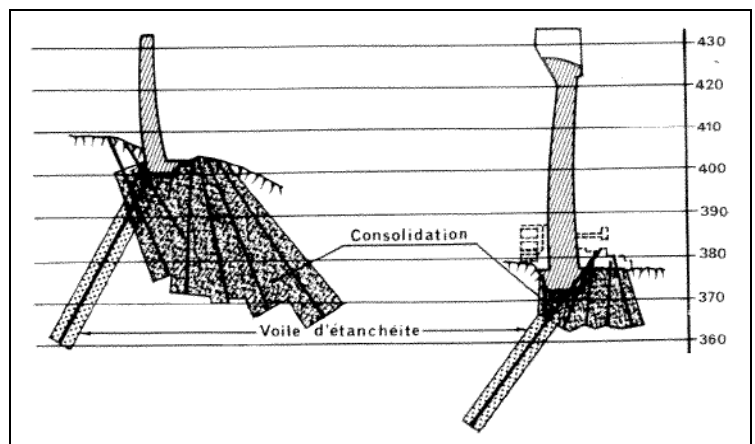


CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES DES CONSOLIDATIONS SOUS LE BARRAGE ET DU VOILE D'ÉTANCHEITE

Les consolidations comprennent :

- la consolidation de la culée rive droite : consolidation du rocher par injection,
- la consolidation sous le barrage : elle intéresse un volume de $125\,000\text{ m}^3$ de rocher. Les forages d'injection sont faits dans des plans verticaux espacés de 1,50 m.

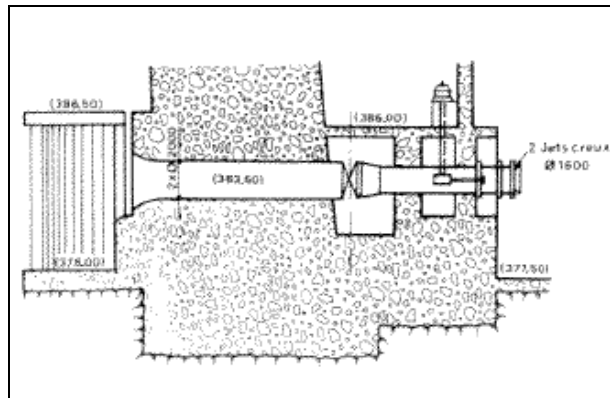
Le voile d'étanchéité sous le barrage présente **une surface de $11\,000\text{ m}^2$** , obtenue par injection de forages espacés d'environ 3 m. Sous le barrage ces forages sont parallèles entre eux et inclinés de 30° vers l'amont. En rive droite et en rive gauche, ces forages sont disposés en auréole dans un plan vertical.



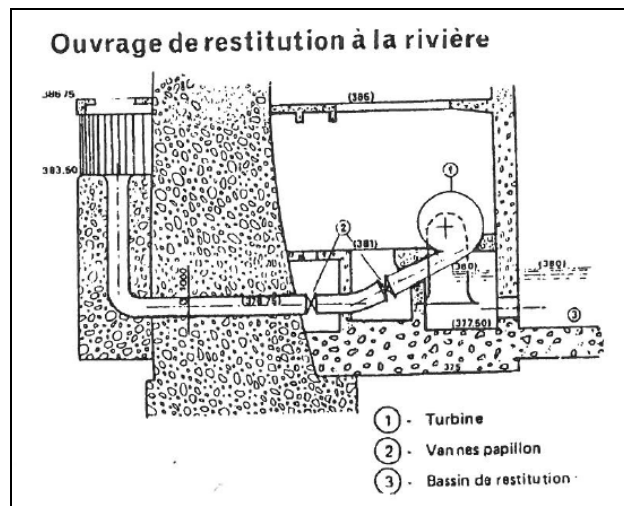
CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES DES OUVRAGES DE DÉCHARGE

Le barrage comprend les ouvrages de décharge suivants :

- **Un évacuateur de crue** constitué de trois pertuis de surface rectangulaires à seuil fixe (profil Greager) arasés à la cote 426,35 mNGF et équipés chacun d'une vanne secteur de 10,00 x 5,60 m. Toutes vannes ouvertes, l'évacuateur peut écouler un débit de 975 m³/s à pleine charge, c'est-à-dire si la cote de la retenue est de 432,50 mNGF, soit une charge de 6,15 m sur le seuil.
- **Deux décharges par des conduites basses** (cote de l'axe : 383,50 mNGF) de diamètre 2000 mm équipées de vannes papillon et de **robinets à jet creux** de diamètre 1600 mm. Barrage plein (432,50 mNGF), chaque jet creux peut évacuer un débit maximal de 45 m³/s. Le débit d'un jet creux dépend de son degré d'ouverture et d'autre part de la hauteur d'eau dans la retenue.



- Un **ouvrage de restitution** constitué par une conduite basse (cote de l'axe : 378,75 mNGF) de diamètre 1000 mm équipée d'une vanne papillon de diamètre 1000 mm et d'une vanne à disque montée en danaïde. Le débit maximal de cette restitution est de 1,5 m³/s.



CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES DE LA MICROCENTRALE

Depuis **1975**, le barrage est équipé d'une microcentrale installée dans un local en pied de barrage situé à la cote 381 mNGF. La turbine (de type Francis) à axe horizontal est disposée sur la prise en DN 1000 à l'aval immédiat d'une vanne papillon DN 1000 de sécurité.

Les caractéristiques de l'installation sont les suivantes :

- cote de l'axe de la turbine 381,70 mNGF
- débit nominal de la turbine 3 m³/s
- chute brute nominale 44 m
- chute nette nominale 42,5 m
- chute nette maximale (pour un barrage plein) 48,5 m
- puissance sur l'arbre turbine 1 093 kW
- rendement de l'arbre :
 - ◆ 10/10 : 87,4 %
 - ◆ 5/10 : 83 %
- Vitesse de rotation 750 tr/min
- alternateur synchrone 1 500 kVA – 5,5 kVA
- rendement de l'alternateur 96,6 %
- rendement global moyen de l'installation 82 %

Le turbinage est réalisé pour des cotes de la retenue comprise entre 432 mNGF (barrage plein) et 412 mNGF. En-deçà de cette cote, la hauteur de chute n'est plus suffisante pour faire fonctionner la turbine.

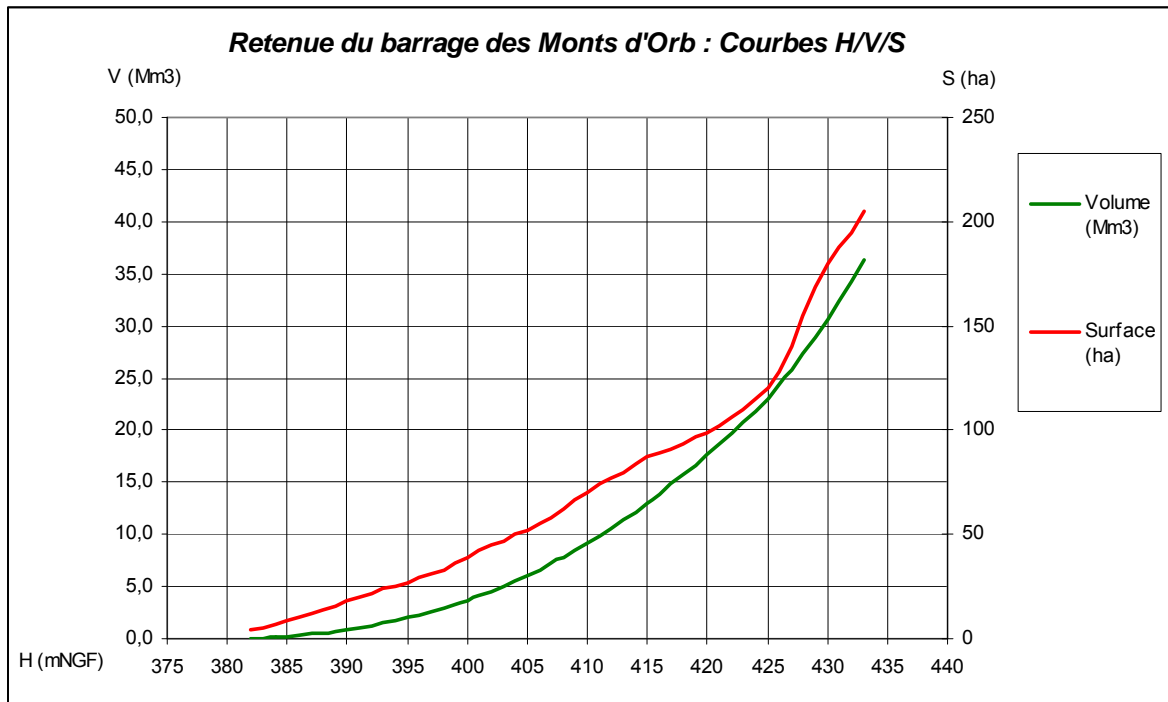
La production hydroélectrique moyenne depuis l'installation de la microcentrale s'élève à **6,9 millions de kWh**. Ce point est détaillé plus bas dans un sous-chapitre spécifique.

CARACTÉRISTIQUES DE LA RETENUE

Courbes H/V/S

Les courbes ci-après présentent les relations hauteur/volume et hauteur/surface de la retenue du barrage.

Figure 4 : Courbes Hauteur/Volume/Surface de la retenue du barrage des Monts d'Orb



Le tableau ci-dessous présente quelques points de ces courbes :

Tableau 3 : Quelques valeurs des courbes H/V/S du barrage des Monts d'Orb

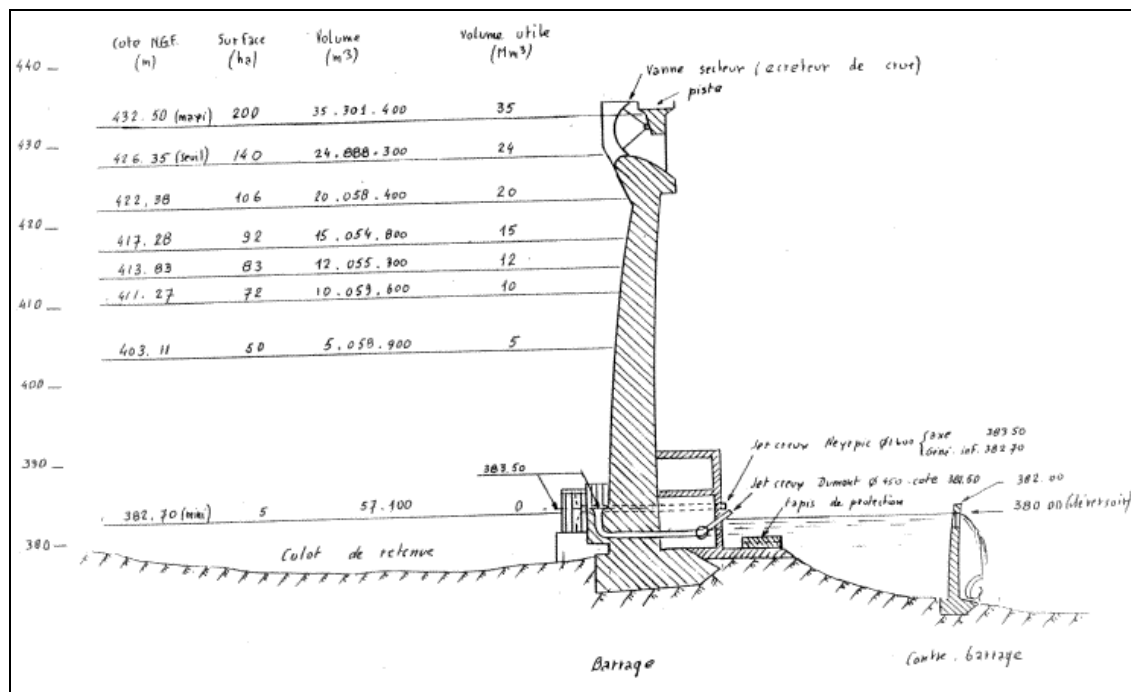
Hauteur (mNGF)	Volume (Mm3)	Surface (ha)
382	0,0	4,5
385	0,2	9
390	0,9	18
395	2,0	27
400	3,7	39
405	6,0	52
410	9,1	70
415	13,0	87
420	17,6	99
425	23,1	120
430	30,6	180
431	32,4	188
431,5	33,3	192
432	34,3	195
433	36,3	205

Le graphe montre que la courbe hauteur / volume n'est pas linéaire. Une tranche d'eau de 1 m représente les volumes suivants selon la cote de l'eau :

- entre 400 et 405 mNGF : environ 0,5 Mm³,
- entre 405 et 410 mNGF : environ 0,6 Mm³,
- entre 410 et 415 mNGF : environ 0,8 Mm³,
- entre 415 et 420 mNGF : environ 0,9 Mm³,
- entre 420 et 425 mNGF : environ 1,1 Mm³,
- entre 425 et 430 mNGF : environ 1,5 Mm³.

Le schéma suivant présente le niveau de l'eau dans la retenue pour différents volumes :

Figure 5 : Représentation schématique du niveau de l'eau dans la retenue en fonction du volume stocké



Source : BRL-Exploitation.

On peut retenir les principaux ordres de grandeurs suivants :

- La crête du barrage se situe à la cote 433,12 mNGF,
- Le niveau maximum exceptionnel du barrage est 432,50 mNGF
- **En exploitation normale, le niveau maximal de la retenue est 430 mNGF, ce qui correspond à un volume de 30,6 Mm³ et une surface de 180 ha.**
- Le marnage potentiel de la retenue s'étend sur une hauteur de 47,5m, entre les cotes 382,5 et 430 mNGF.

Le volume « déstockable » maximal effectivement disponible dans la retenue au regard des contraintes d'exploitation et de qualité de l'eau est discuté plus bas, dans un chapitre spécifique.

Activités touristiques

Il existe sur la retenue une activité halieutique de loisir, qui n'entraîne à priori aucune contrainte sur la gestion du plan d'eau.

CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES DU BASSIN VERSANT DU BARRAGE

Le bassin versant du barrage s'étend sur 125 km².

Apports au barrage

Les apports en eau au barrage font plus bas l'objet d'un chapitre spécifique. Mentionnons ici simplement que **l'apport moyen sur la période 1964-2007 s'élève à 110 millions de m³** (soit un débit fictif continu de 3,5 m³/s).

Crues au barrage

On indique dans le tableau ci-après les quantiles de crues calculés dans l'étude « *Actualisation de l'étude hydrologique du barrage d'Avène et Simulation de différents modes de gestion de la retenue* – BRL – septembre 1992 ».

Tableau 4 : Crues maximales au droit du barrage des Monts d'Orb (m³/s)

	temps de retour (ans)							
	2	5	10	20	50	100	1 000	10 000
« automne »	80	180	250	310	400	550	1 050	1 500
« hiver »	70	120	150	175	220	280	515	745
« printemps »	48	90	120	145	180	260	500	750
« été »	5	9	11	14	18	90	350	570

La définition précise des périodes hydrologiques est la suivante :

- automne : du 1^{er} septembre au 30 novembre,
- hiver : du 1^{er} décembre au 31 mars,
- printemps : du 1^{er} avril au 30 juin,
- été : du 1^{er} juillet au 31 août.

La crue de temps de retour 1000 ans de la période hydrologique la plus sensible (« automne ») s'élève à 1050 m³/s.

La plus forte crue connue au droit du barrage en termes de débit de pointe est celle du **27 septembre 1992**. La crue a consisté en 3 pointes successives : la première, après un temps de montée de 3 h, s'élève à 400 m³/s, la seconde 3 h plus tard atteint 250 m³/s, la plus forte atteint, 4 h après la seconde, plus de **450 m³/s**. Cette crue se caractérise par des temps de montée et de descente très courts : passage de 35 à 400 m³/s en 3 h, passage de 450 à 100 m³/s en 5 h puis passage de 100 à 40 m³/s en 8 h. Elle est ainsi très pointue (le temps de retour pour son débit de pointe est estimé à 75 ans) mais son volume reste relativement limité : 13 Mm³ (période de retour estimé à 16 ans pour le volume).

2.4 TEXTES ENCADRANT LA GESTION DE L'OUVRAGE

2.4.1 Liste des textes

La gestion du barrage et plus largement celle du système « Orb » est encadrée par les textes suivants :

- Décret n°61-673 du 24 juin 1961, approuvant (...) et déclarant d'utilité publique les travaux de construction du barrage d'Avène sur l'Orb, dans le département de l'Hérault,
- Règlement d'eau du barrage : arrêté préfectoral du 15 juillet 1968 portant règlement d'eau du barrage d'Avène construit sur la rivière de l'Orb,
- Décret du 13 août 1965 sur l'utilisation du canal du Midi pour un transit d'eau prélevée dans l'Orb,
- Arrêté du préfet de l'Hérault du 17 février 1969 portant autorisation de prise d'eau dans le lit de l'Orb à Réals,
- Décret du 15 mai 1981 renouvelant l'autorisation donnée par le décret du 13 août 1965 de prélever de l'eau dans le canal du Midi à Portiragnes. Avec deux annexes :
 - ◆ Annexe 1 : convention entre le Ministère des Transports et BRL,
 - ◆ Annexe 2 : cahier des charges pour la concession d'eau dans le canal du Midi
- Convention avec l'Etat (ministère de l'Industrie) du 8 janvier 1981 portant concession de l'aménagement et de l'exploitation de l'usine hydroélectrique du barrage d'Avène, sur l'Orb. Cahier des charges annexé.
- Décret du 11 juillet 1981 relatif à l'exploitation et à l'aménagement de la chute d'Avène sur l'Orb,
- Convention entre BRL et EDF du 1^{er} juin 1976 au sujet du mode de calcul des plus-values ou moins values apportées à la production de l'usine de Truscas par le fonctionnement du barrage d'Avène.

2.4.2 Règles de gestion hydrauliques contenues dans les textes

2.4.2.1 Le barrage des Monts d'Orb et sa microcentrale

NIVEAU NORMAL DE LA RETENUE

- Le règlement d'eau du barrage (**arrêté préfectoral du 15 juillet 1968**) indique :
 - « Article 3 : Le niveau maximum normal de la retenue est fixé à la cote 432,00 mNGF. La capacité correspondante serait de 33,6 millions de m³. »
 (NB : la capacité est en fait de 34,3 Mm³ d'après la courbe H/V/S).

DÉBIT RÉSERVÉ À L'AVAL DU BARRAGE

- Le décret déclarant d'utilité publique les travaux de construction du barrage (**décret n°61-673 du 24 juin 1961**) indique :
 - « Article 3 : (...) Il devra être transmis en tout temps à l'aval du barrage réservoir pour la sauvegarde des intérêts généraux, et sans préjudice des obligations découlant de l'article 5 ci-dessous, un débit au moins égal à 150 litres par seconde, ou au débit naturel à l'amont du barrage lorsqu'il est inférieur à ce chiffre. »
- Ce point est repris dans le règlement d'eau du barrage (**arrêté préfectoral du 15 juillet 1968**), à l'article 7 :
 - « Article 7 : Conformément à l'article 3 du décret n° 61-673 du 24 juin 1961, la Compagnie devra écouler en tout temps à l'aval du barrage réservoir un débit d'au moins 150 l par seconde. Toutefois, lorsque le débit de la rivière à l'amont du barrage sera inférieur au chiffre précédent, la Compagnie ne sera tenue de restituer que ce débit. (...) »

- **Le décret du 24 juin 1961** ajoutait une contrainte à l'égard de la centrale électrique du Bousquet d'Orb :

« Article 5 : La CNARBRL devra indemniser les usiniers, irrigants et les autres usagers des eaux, de tous les dommages causés par la retenue et par la dérivation des eaux.

A l'égard des Houillères du Bassin des Cévennes, la Compagnie sera déchargée de toute autre obligation dans la mesure où elle assurera, au droit de la centrale du Bousquet d'Orb, et sous réserve de toute disposition contractuelle dérogatoire ou complémentaire, un débit de 2 000 litres par seconde ou un débit au moins égal au débit naturel de l'Orb en ce point lorsqu'il sera inférieur à 2 000 litres par seconde. »

Cette centrale, liée à une activité industrielle qui a disparu, n'étant plus en service, cette contrainte n'est plus d'actualité.

VALEUR ET DYNAMIQUE DES LÂCHURES PAR LE BARRAGE

Ces points sont précisés aux articles 4 et 5 du règlement d'eau du barrage (**arrêté préfectoral du 15 juillet 1968**) :

« Article 4 : En dehors des périodes de crue, les lâchures ne pourront se faire qu'à travers les vannes de fond, et en aucun cas, elles ne pourront être supérieures à 40 m³/s, l'augmentation horaire du débit ne dépassant pas le maximum de 3 m³/s par demi-heure. Si, toujours en dehors des périodes de crue, pour des raisons exceptionnelles, il était nécessaire de faire des lâchures plus importantes ou avec des augmentations de débit horaire dépassant le maximum fixé, les précautions suivantes devront être prises :

(... liste d'organismes à prévenir ...) »

Article 5 : En période de crue, les mêmes consignes d'alerte seront appliquées dès la prévision d'une crue, sans toutefois que la Compagnie soit tenue d'observer les délais fixés à l'article 4. Cependant l'alerte devra être donnée dans les délais les plus rapides.

Il est à préciser, à cet égard, que la Compagnie pourra ouvrir les jets creux progressivement jusqu'au débit maximum de 80 m³/s afin de créer un vide avant l'arrivée du flot de crue.

Si malgré ces précautions, les vannes de l'évacuateur de surface devaient être ouvertes, la Compagnie sera tenue de ne pas abaisser le niveau de la retenue, ceci afin de garantir que le débit évacué n'est pas supérieur à celui arrivant à la cuvette.

(...) »

OBLIGATION DE VISITE DU BARRAGE

- Le règlement d'eau (**arrêté préfectoral du 15 juillet 1968**) précise :

« Article 13 : (...) Le barrage sera soumis à des visites périodiques annuelles par le service de contrôle en ce qui concerne les parties visibles et les organes accessibles.

Une visite complète portant même sur les parties habituellement noyées aura lieu tous les 10 ans. (...) »

QUALITÉ DES EAUX RELÂCHÉES, RESPECT DE LA FAUNE AQUATIQUE

- Le règlement d'eau du barrage (**arrêté préfectoral du 15 juillet 1968**) précise :

« Article 8 : Les eaux rendues à la rivière devront être dans un état de nature à ne pas apporter à la température ou à la pureté des eaux, un trouble préjudiciable à la salubrité publique, à la santé des animaux qui s'abreuvent dans la rivière ou à la conservation du poisson. (...) »

- Le cahier des charges annexé à la **Convention avec l'Etat (ministère de l'Industrie) du 8 janvier 1981** portant concession de l'aménagement et de l'exploitation de l'usine hydroélectrique du barrage d'Avène indique

« Article 7 : Au cas où il serait constaté des destructions régulières de poissons lors du passage des eaux dans la turbine, le concessionnaire pourra être tenu de placer et d'entretenir, à l'amont de celle-ci, un grillage dont les barreaux seront espacés au maximum d'1 centimètre. »

« Article 17 :

« les eaux empruntées seront rendues à la rivière pures, salubres, et à une température voisine des celle du bief alimentaire. »

2.4.2.2 Prise d'eau de Réals

- Le décret déclarant d'utilité publique les travaux de construction du barrage (**Décret n°61-673 du 24 juin 1961**) indique :

« Article 4 : Est autorisé la dérivation d'un débit maximum de 16 mètres cubes-seconde au moyen d'une prise à établir sur les territoires des communes de Cessenon et Causses-et-Veyran, à l'entrée de gorges de Réals, les débits effectivement dérivés dans les limites de ce maximum devant être modulés en fonction des besoins des cultures.

Il devra être transmis en tout temps à l'aval de la prise, pour la sauvegarde des intérêts généraux, y compris ceux du Canal du Midi, pour les besoins de la navigation, **un débit de 2 000 litres par seconde, ou, à défaut, le débit d'étiage naturel.**

Le débit de 2 000 litres par seconde pourra être révisé par arrêté ministériel, pris après enquête dans les formes prescrites par l'ordonnance susvisée du 23 octobre 1958 et les textes subséquents.

En tout état de cause et à aucun moment, les prélèvements opérés sur l'Orb par la CNARBRL ne devront avoir pour effet de réduire les débits que le Canal du Midi eût dérivé au barrage de prise du Pont Rouge pour la satisfaction des besoins de la navigation, en l'absence de toute intervention de la Compagnie. »

- L'Arrêté du préfet de l'Hérault du 17 février 1969 portant autorisation de prise d'eau dans le lit de l'Orb à Réals reprend dans son article 3 la valeur de 2 000 l/s de débit réservé :

« Article 3 : Le permissionnaire devra pendant toute la durée des pompages, à tout instant, laisser s'écouler à l'aval de la prise d'eau un débit minimum de 2 000 l/s. Dans le cas d'un débit sauvage de l'Orb inférieur à 2 000 l/s les pompages devront être limités au débit relâchés à l'aval du barrage d'Avène. (...) »

2.4.2.3 Prise d'eau de pont Rouge et station de Portiragnes

- Le décret du 13 août 1965 précise :

« Article 1^{er} : (...) La CNARBRL est autorisée à prélever sur l'Orb, dans le bief dit du Pont Rouge, à Béziers, alimentant le canal du Midi, **un débit d'eau maximum de trois mètres cubes à la seconde** et à emprunter, pour le transport de cette eau le canal du Midi entre ladite prise du Pont Rouge et l'écluse de Portiragnes où elle est destinée à alimenter une station de pompage établie sur le rive Nord du canal, à l'amont de l'écluse de Portiragnes, afin de mettre en charge et de distribuer l'eau nécessaire à l'irrigation d'un secteur de 3 000 hectares environ entre l'Orb, l'Hérault d'une part, le canal du Midi et le littoral de la Méditerranée d'autre part. (...) »

Article 2 : Le prélèvement dans l'Orb du débit maximum de trois mètres cubes à la seconde, qui ne déroge pas aux prescriptions des 14 septembre 1856 et 24 juin 1961 précités, ne devra apporter en aval de la prise aucun trouble dans l'alimentation propre au canal du Midi, ni pour les droits exercés, ni pour l'intérêt public. »

Le débit que la CNARBRL est autorisée à prélever à la prise d'eau de Réals (Hérault) par le décret du 24 juin 1961 susvisé sera réduit d'une quantité égale à celle du débit d'eau prélevé au Pont Rouge en application du présent décret.

Ledit débit prélevé au Pont Rouge sera d'autre part limité au débit prélevé à Réals dans le cas où celui-ci tomberait en dessous de trois mètres cubes à la seconde. »

- Les valeurs de débit autorisé sont reprises à l'identique dans le décret (et ses annexes) du 15 mai 1981 renouvelant l'autorisation donnée par le décret du 13 août 1965 de prélever de l'eau dans le canal du Midi à Portiragnes.

2.4.2.4 Synthèse

POUR LE BARRAGE

Au droit du barrage :

- Si Q entrant dans le barrage < 150 l/s, le barrage doit être mis en transparence,
- Si Q entrant dans le barrage > 150 l/s, on doit relâcher au moins 150 l/s.

POUR RÉALS ET PONT ROUGE

4 conditions doivent être remplies

- Q2 prélevé à Pont Rouge < 3 m³/s
- Q1 prélevé à Réals < 16 m³/s
- Q1 + Q2 < 16 m³/s
- Débit résiduel à Réals \geq 2 m³/s ou égal au débit naturel de la rivière si celui-ci est < 2 m³/s

2.5 GESTION OPÉRATIONNELLE DE L'OUVRAGE

Le barrage des Monts d'Orb relève du décret 2007-1735 du 11 décembre 2007 et suivants, qui a remplacé la circulaire 70 - 15 relative à l'inspection et la surveillance des barrages intéressant la sécurité publique.

L'exploitation et le contrôle de l'ouvrage sont confiés à BRL Exploitation, filiale de BRL spécialisée dans la gestion des grands ouvrages hydrauliques.

Le suivi du comportement de l'ouvrage respecte un protocole très strict comprenant :

- des mesures d'auscultation et des visites de contrôles plusieurs fois par semaines en période d'exploitation normale,
- une permanence sur site pendant les épisodes de crue,
- des analyses mensuelles des paramètres d'auscultation, donnant lieu à des rapports annuels d'experts.

Au-delà des opérations de maintenance courante, un programme de gros entretien et de renouvellement des parties et organes constitutifs du barrage est entrepris chaque année.

2.5.1 Gestion quotidienne

Le barrage est géré par un responsable des barrages placé sous l'autorité du chef de zone d'exploitation Ouest.

Il est appuyé par les « électriciens industriels » en charge de l'ouvrage et de ses équipements.

L'exploitation de chaque secteur opérationnel est assurée avec une continuité de service 24 h/24 et 365 jours par an grâce à un système de télésurveillance et à l'organisation d'un système d'astreinte. Par ailleurs, le régime d'astreinte bénéficie très largement de l'organisation mise en place pour la surveillance des sites de barrages dont les exigences rigoureuses de fiabilité ont permis de renforcer l'efficacité et la rapidité d'intervention de toutes les équipes de BRL Exploitation

En période d'exploitation normale ou de crue, la restitution d'eau à l'aval du barrage s'effectue par la microcentrale et/ou par manœuvre des vannes : vannes à jet creux pour les faibles débits ou vannes secteurs situées en partie supérieure (évacuation des fortes crues). Ces opérations sont encadrées par un règlement d'eau approuvé en 1968 par arrêté préfectoral.

Un débit minimum de 150 l/s doit être relâché en permanence en aval du barrage³.

³ Dans les faits, et hors règlement d'eau, la compensation des pompages dans l'Orb, à Réals, entraîne des lâchures plus importantes au niveau du barrage : en moyenne de 2 à 3 m³/s en dehors des périodes de débits naturels élevées dans l'Orb.

2.5.1.1 Rappel de la gestion hydraulique observée

- De 1976 à 1997, le barrage est géré jusqu'à la cote 430,00 m NGF ce qui correspond à 2 mètres sous le "niveau maximum normal" défini au règlement d'eau (432,00 m NGF). Le barrage dispose d'une tranche d'écrêtement jusqu'à la cote 432,50 m NGF, cote des plus hautes eaux exceptionnelles PHEE.
- Suite à diverses demandes de collectivités en aval, BRLE a accepté à partir de 1998 d'abaisser la consigne de gestion à 424,30 NGF à titre expérimental et provisoire engendrant une perte de productible.
- BRLE a engagé une étude pour conférer au barrage un rôle écrêteur plus important : proposition d'une gestion modifiée avec maintien d'une cote maximale 417,50 m NGF du 15 septembre au 15 février.

La gestion modifiée a un impact sur le fonctionnement de la centrale et donc sur la production électrique.

- BRLE reprend en juin 2003 les simulations hydrauliques en intégrant au calcul un pas de temps journalier, l'impact sur la centrale de Truscas et le projet de tarification lié aux nouveaux décrets d'achat d'électricité.

Deux phénomènes distincts ont été observés par la suite :

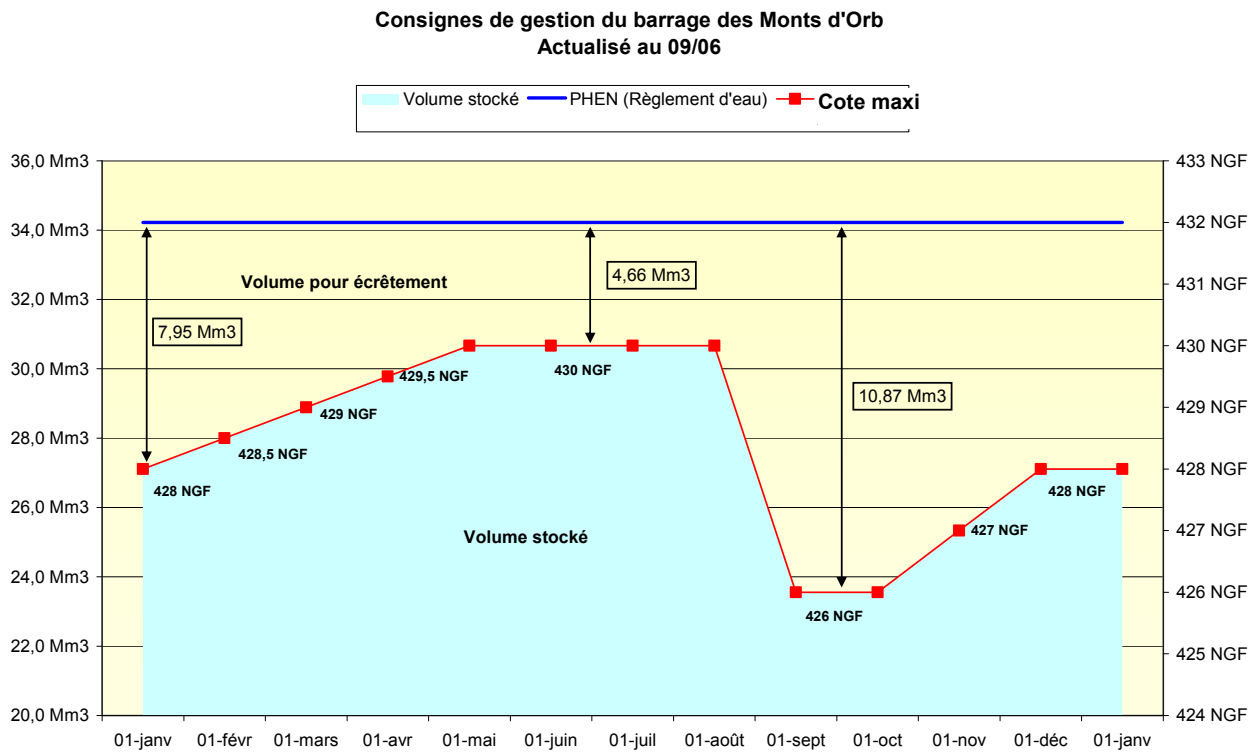
- L'hiver 2001-2002 particulièrement sec sur le haut bassin versant de l'Orb (le plus sec observé sur 40 ans de données hydrauliques sur le barrage).
- La sécheresse estivale et la canicule de l'été 2003.

Ces événements rappellent la **nécessité de constituer un stock minimum permettant de satisfaire le but premier du barrage : une réserve d'eau** pour les besoins aval (Eau Potable et Agriculture).

Ceci a conduit en 2006 à une adaptation des consignes de gestion du barrage, présentée dans le paragraphe suivant, avec retour à des conditions optimales de stockage à 430 m NGF en début d'été.

2.5.1.2 Consignes internes de gestion hydraulique

La courbe ci-dessous présente les appliquées depuis septembre 2006 :



2.5.1.3 Maintenance

L'entretien et la maintenance courante des équipements est assurée par les « électriciens industriels » en charge de la gestion et la surveillance quotidienne des ouvrages.

Ils sont appuyés par les équipes d'exploitation du secteur de Servian si nécessaire.

En cas de problème technique grave ou pour les opérations de Gros Entretien Renouvellement (GER) et de modernisation, le secteur reçoit l'appui du service de maintenance basé au Siège de Nîmes.

Ce service assure les prestations correspondant aux grands axes suivants :

- Appui opérationnel homogène aux différents sites géographiques : homogénéisation des équipements mécaniques, électriques, hydrauliques ; définition des priorités, méthodologies et moyens.
- Élaboration et mise en œuvre des programmes de maintenance gros entretien et modernisation.
- Gestion du système de télésurveillance des équipements.
- Coordination sécurité.
- Expertises techniques sur matériels.

2.5.2 Gestion des crises

L'organisation de la gestion des barrages dans le but d'accroître la réactivité de BRL EXPLOITATION face à des situations exceptionnelles et de maintenir la veille réglementaire liée à l'évolution du contexte législatif, pour ces ouvrages qui intéressent la sécurité publique, est basée sur deux principes directeurs :

- **une responsabilité opérationnelle unique d'exploitation (Secteur de Servian),**
- **l'élargissement du domaine d'intervention de la Cellule de Sûreté Barrages**(constituée en 2004) qui a pour fonction d'apporter un appui au responsable d'exploitation des barrages et une expertise intégrée à BRLE avec en particulier outre la veille réglementaire une astreinte liée à la sécurité des ouvrages lors de tout évènement exceptionnel (crue exceptionnelles, paramètre d'auscultation variant fortement à la hausse et atteignant des valeurs anormales, phénomènes nouveaux pouvant induire un risque sur la sécurité de l'ouvrage...).

2.5.2.1 Instructions de travail

Dans le cadre de la gestion de crise, quatre niveaux ont été définis :

- Vigilance renforcée,
- Alerte N°1 (préoccupations sérieuses)
- Alerte N°2 (danger imminent),
- Alerte N°3 (rupture constatée).

La personne physique chargée de l'alerte (le Directeur de BRLE qui peut déléguer à la Cellule Sûreté Barrages) définit le niveau atteint. Les procédures écrites déterminent alors pour chaque niveau et pour tous les intervenants (responsable de l'exploitation permanente, agent d'exploitation) les tâches à effectuer, les personnes et organismes à prévenir et les dispositifs de contrôles à surveiller.

La personne physique décidera également la levée du niveau d'alerte ou le passage au niveau d'alerte supérieur.

Dès le premier niveau d'alerte dit de « vigilance renforcée » une permanence 24h/24 sur le site est mise en place.

Des logigrammes déterminent les consignes de manœuvres de vannes pour chaque type de crue :

- Mode crue : variation du plan d'eau supérieure à 10 cm/h, Q supérieur ou égal à 83 m³/s, H > Z et H < 430,00 m NGF
- Mode forte crue : variation du plan d'eau supérieure à 10 cm/h, V1=10/10° et V2=10/10°, H > Z et H > 430,00 m NGF

Où Z est la côte maximale d'exploitation.

2.5.2.2 Risques majeurs associés au barrage

Les risques majeurs associés au barrage sont liés à la vidange brutale et non contrôlée du réservoir se produisant en cas de rupture partielle ou totale de l'ouvrage. Elle provoquerait une inondation des secteurs situés de l'aval du barrage jusqu'à la mer. Jusqu'à Béziers, l'effet de l'inondation serait supérieur au flot observé lors d'une crue « naturelle » centennale de l'Orb.

Bien qu'elle soit extrêmement improbable, la rupture partielle ou totale d'un barrage peut se produire dans les configurations suivantes :

- crue majeure dépassant la capacité du réservoir, submergeant la crête du barrage,
- séisme se produisant à proximité du barrage,
- effondrement massif des berges dans la retenue provoquant le déplacement de la masse d'eau vers l'aval,
- renard (érosion de la fondation du barrage conduisant à sa ruine),
- incidents accidentels ou malintentionnés (explosion, rupture d'une canalisation, attentats, ...) détériorant l'ouvrage.

Les caractéristiques du barrage des Monts d'Orb et de son environnement permettent de minimiser très largement ces risques : activité sismique très modeste (plus bas niveau répertorié au niveau français), bonne stabilité des fondations (roches) et des berges (mouvements limités à quelques rochers, pas de risque d'éboulement d'un pan de montagne), et type d'ouvrage acceptant une submersion sans pour autant être détruit.

Par ailleurs, la surveillance, le suivi et le contrôle rigoureux de l'ouvrage garantissent une sécurité optimale de l'ouvrage ainsi qu'une forte réactivité de l'exploitant en cas d'anomalie constatée lors des inspections visuelles ou des mesures.

De plus, l'analyse de quarante cinq années de données d'auscultation révèle un comportement satisfaisant du barrage.

2.5.2.3 Plan particulier d'intervention

Bien que leur probabilité d'occurrence soit extrêmement faible, les risques de rupture du barrage et leurs conséquences sur les secteurs situés à l'aval du barrage ont été étudiés par BRL et validés par le Comité Technique Permanent des Barrages.

La Préfecture, en concertation avec BRL et son exploitant, a élaboré un Plan Particulier d'Intervention (PPI) qui fixe les mesures d'alerte, de sauvegarde et d'organisation des secours en cas d'incident sur le barrage. Il a donné lieu à un arrêté préfectoral en décembre 2007.

2.6 SURVEILLANCE ET SÉCURITÉ DE L'OUVRAGE

LES MESURES DE SURVEILLANCE

Le barrage est l'objet de mesures de surveillance présentées dans le tableau ci-dessous :

Type de mesure	Instruments	Fréquence des mesures	Intervenants
<p>Données hydroclimatiques</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pluviométrie • Températures extérieures (mini et maxi) • Température du béton 	<p>Pluviomètre</p> <p>Thermomètre à maxi-mini</p> <p>3 Thermomètres noyés dans le béton</p>	<p>Journalière</p> <p>Abandonné</p> <p>Abandonné</p>	<p>Barragiste</p> <p>-</p> <p>-</p>
<p>Données hydrauliques</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cote du plan d'eau • Débit de fuite • Piézométrie 	<p>Limnigraphe</p> <p>90 Drains</p> <p>25 Piézomètres</p>	<p>Journalière</p> <p>Hebdomadaire</p> <p>Hebdomadaire</p>	<p>Barragiste</p> <p>Barragiste</p> <p>Barragiste</p>
<p>Déplacements</p> <ul style="list-style-type: none"> • Crête/fondation • Clé de voûte/fondation • Fondation/assise • Topométrie complète 	<p>1 Pendule RD direct libre/pincé</p> <p>1 Pendule RG direct</p> <p>2 Pendules inversés RG et RD</p> <p>1 Théodolite (plots H et I)</p> <p>4 Basimètres</p> <p>Repères topométriques</p>	<p>Hebdomadaire</p> <p>Hebdomadaire</p> <p>Hebdomadaire</p> <p>Hebdomadaire</p> <p>Hebdomadaire</p> <p>Annuelle</p>	<p>Barragiste</p> <p>Barragiste</p> <p>Barragiste</p> <p>Barragiste</p> <p>Service Barrages</p> <p>Cabinet topographe</p>

Les mesures journalières et hebdomadaires sont effectuées par le barragiste qui les inscrit sur le registre prévu à cet effet. Il les transmet ensuite par P.C. dans le logiciel MAESTRO (base de données des barrages) implanté sur les ordinateurs à grande capacité de BRL Nîmes.

Ces mesures sont exploitées, au fur et à mesure, par le Chef de Secteur BRL *Exploitation* en charge de la gestion du barrage (graphes des résultats et détection d'anomalies éventuelles), et analysées dans le Rapport Annuel de l'Exploitant par les ingénieurs BRL *Ingénierie* en charge de l'auscultation des barrages.

Les mesures topométriques sont effectuées par un cabinet de géomètres experts⁴ qui complètent les courbes annuelles et pluriannuelles du suivi de l'ouvrage. Les ingénieurs chargés de l'auscultation des barrages à BRL *Ingénierie* contrôlent et exploitent les résultats.

⁴ SCP REYNAUD - BILICKI – DHOMBRES GEOMETRES EXPERTS-FONCIERS D.L.P.G. - MONTPELLIER

LA VISITE ANNUELLE - VISITE TECHNIQUE APPROFONDIE

Avant 2007, la surveillance et le bon état des barrages étaient contrôlés lors des visites annuelles. Selon les textes, ces visites annuelles étaient à l'initiative du service de contrôle (ici DDAF) et le service de contrôle devait fournir un PV de visite.

Afin d'avoir un suivi plus régulier et plus approfondi des barrages, la réglementation a évolué en 2007. Désormais il est exigé du Maître d'Ouvrage de faire des Visites Techniques Approfondies (VTA) tous les ans (pour les ouvrages de classes A).

Le rapport de VTA qui obéit à un contenu précis est généralement réalisé par un bureau d'étude pour le compte de l'exploitant (sauf si l'exploitant dispose de la compétence en interne).

La VTA est ensuite envoyée aux services de la préfecture (donc au service de contrôle) qui, à la vue de ce rapport, effectue ensuite sa visite de contrôle.

La présence du service de contrôle lors de la VTA n'est donc pas obligatoire. Il est juste informé de la tenue de cette visite et peut y assister s'il le souhaite.

La première VTA du barrage des Monts d'Orb a eu lieu courant 2010 avec l'appui du bureau d'étude BRLi.

LE RAPPORT ANNUEL D'ANALYSE COMPORTEMENTAL

Ce rapport fait la synthèse des mesures et observations conduites pendant l'année écoulée. Il inclut :

- une analyse des déplacements et des phénomènes géomécaniques,
- une analyse des mesures hydrauliques : piézométrie et débits de fuites
- des observations diverses
- une conclusion

2.7 COÛTS LIÉS À L'OUVRAGE

Le tableau suivant récapitule les coûts liés à l'exploitation du barrage. Ces données ont été estimées par l'exploitant (BRLE) sur la base des coûts constatés pour l'année 2008. Pour les coûts de modernisation ou de maintenance programmée, il s'agit d'une moyenne estimée, les coûts étant très variables d'une année à l'autre suivant les travaux réalisés, en particulier en matière de gros entretien et de modernisation.

LIBELLE	Montant €HT
ENTRETIEN COURANT	
Personnel	87 000
Achat, fournitures, entretien, énergie, véhicule, télécom	82 000
taxes, redevances, assurances	96 000
suivi et contrôles (rapport annuel, topographie, Analyse qualité de l'eau et suivi contrôle Arsenic, Predict, visite)	58 000
Frais de gestion et de structure	86 000
total entretien	409 000
MAINTENANCE	181 000
MODERNISATION	100 000
TOTAL	690 000

3. RAPPEL SUR LES ÉTUDES EXISTANTES

Plusieurs études ont déjà porté sur tout ou partie de la question développée dans le présent rapport :

- *Actualisation de l'étude hydrologique du barrage d'Avène – BRL – 1992 ;*
- *Barrage d'Avène : gestion en cas d'évènement exceptionnel – BRL – 1995 ;*
- *Bilan des usages du barrage d'Avène : contribution au contrat de rivière Orb – BRL – 1996 ;*
- *Barrage d'Avène : renforcement du turbinage, étude de faisabilité – BRL – 1996 ;*
- *Barrage d'Avène : éléments d'aide à la décision pour une modification de la gestion en vue d'un renforcement de la fonction d'écrêtement des crues – BRL – 2000.*

On indique ci-après les principaux éléments d'informations contenus dans ces différentes études. Ces éléments seront repris, détaillés et discutés (en particulier pour les comparer avec les nouveaux calculs) dans la suite de l'étude.

NB : les valeurs monétaires sont indiquées dans l'unité en vigueur à la date des études et sans actualisation. Pour mémoire, 1 FF vaut 0,1524 €.

ACTUALISATION DE L'ÉTUDE HYDROLOGIQUE DU BARRAGE D'AVÈNE ET SIMULATION DE DIFFÉRENTS MODES DE GESTION DE LA RETENUE – BRL – SEPTEMBRE 1992

Cette étude actualise les calculs des débits de crues au droit du barrage pour différents temps de retour (de 2 à 10 000 ans) et selon une approche saisonnalisée. Les quantiles sont donnés pour quatre périodes : automne (du 1^{er} septembre au 30 novembre), hiver (du 1^{er} décembre au 31 mars), printemps (du 1^{er} avril au 30 juin) et été (du 1^{er} juillet au 31 août).

Les valeurs obtenues (débits maxima instantanés de l'Orb au barrage en m³/s) sont rappelées plus loin dans le rapport.

L'étude rappelle que :

- le quantile de fréquence millénale pour la saison à plus fort risque (automne), soit 1050 m³/s, correspond exactement au débit retenu en 1960 pour le dimensionnement des évacuateurs de crue du barrage (975 m³/s pour les trois évacuateurs de surface vannés et 80 m³/s pour les dispositifs de fond).
- Les simulations de gestion de la retenue montrent que la crue décennale d'automne (1 500 m³/s) peut être évacuée dans des conditions normales (niveau maximal atteint par le plan d'eau = 432,50 mNGF à condition que le niveau initial du plan d'eau au moment de l'arrivée de la crue soit inférieur à la cote 418,5 mNGF).

Dans une deuxième partie, l'étude propose un mode de gestion saisonnalisée permettant d'optimiser une fonction « écrêtement des crues ». L'étude détaille pour chaque saison : la cote maximale à ne pas dépasser dans le barrage ainsi que la position des vannes de surface et des vannes jets-creux à maintenir en routine et à adopter en cas de crue.

Les cotes limites sont les suivantes : automne : 415 mNGF, hiver : 420 mNGF, printemps : 430 mNGF et été : 431 mNGF.

L'étude précise pour chaque saison l'écrêtement permis par ce mode de gestion : calcul du taux d'écrêtement pour des crues types de temps de retour 2, 5, 10, 20, 50, 100, 1 000 et 10 000 ans.

BARRAGE D'AVÈNE : GESTION EN CAS D'ÉVÈNEMENT EXCEPTIONNEL – BRL – NOVEMBRE 1995

Cette étude part du constat suivant : la plus forte crue qu'ait reçue le barrage depuis sa construction est celle du 27 novembre 1995 avec un débit de pointe de 480 m³/s (temps de retour de l'ordre de 75 ans) en entrée barrage et 85 m³/s en sortie barrage. Cette crue reste très inférieure à ce qui pourrait subvenir lors d'évènements exceptionnels du type de celui survenu à Nîmes en octobre 1988.

L'objet de l'étude est le nécessaire rappel qu'un tel évènement a une probabilité non négligeable d'occurrence et que, dans de tels types d'évènements, le débit à l'aval du barrage, tout en restant inférieur au débit d'entrée, peut atteindre des valeurs très élevées (bien supérieures au plus fort débit relâché par le barrage depuis sa création).

L'étude contient les éléments suivants :

- Simulations, pour deux modes de gestion, des crues de temps de retour 1000 ans extraites de l'étude « *Actualisation de l'étude hydrologique du barrage d'Avène et Simulation de différents modes de gestion de la retenue– BRL – septembre 1992* » présentée ci-avant (crue de temps de retour 1000 ans pour chacune des 4 saisons hydrologiques).
Ces crues sont simulées selon deux modes de gestion de la retenue et dans différentes hypothèses de niveaux initiaux.
- Considérations pratiques sur les conséquences aval (le village d'Avène est inondé à partir d'un débit de 130 m³/s), sur la nécessité d'une information des populations et sur les manœuvres des organes d'évacuation pendant un évènement exceptionnel.

BILAN DES USAGES DU BARRAGE D'AVÈNE : CONTRIBUTION AU CONTRAT DE RIVIÈRE ORB – BRL – AOÛT 1996

Cette étude avait un cahier des charges proche de la présente étude. Elle contient les éléments suivants :

- Bilan sur fonctionnement du barrage sur la période 1964 – 1995 :
 - ◆ approche fréquentielle des apports au barrage réalisée sur la série 1965 à 1994. Les calculs réalisés sur cette série indiquent que, même pour l'année la plus sèche (1990), les apports (58 Mm³) sont supérieurs au volume du barrage.
 - ◆ un point sur les crues au droit du barrage :
 - × historique des 71 crues d'août 1965 à janvier 1996 avec un calcul de l'écrêtement réalisé par le barrage (différence à l'unité du ratio du débit de pointe relâché et du débit moyen entrant sur 2 h),
 - × rappel du résultat de l'analyse fréquentielle des crues au droit du barrage réalisée dans l'étude « *Actualisation de l'étude hydrologique du barrage d'Avène et Simulation de différents modes de gestion de la retenue– BRL – septembre 1992* » présentée plus haut,
 - ◆ historique de la réserve d'eau contenue dans l'ouvrage (en valeurs mensuelles) de 1965 à 1995,
 - ◆ historique de la production hydroélectrique de janvier 1976 à décembre 1995,
 - ◆ conclusion sur la disponibilité a priori d'un volume de 10 Mm³.
- Bilan sur les usages de l'eau dans le biterrois et l'est audois à partir de la ressource Orb : estimation des besoins en eau « actuels » et prospective sur les besoins futurs (2000 et 2010), pour les usages AEP, irrigation et autres.
L'étude des besoins actuels se base sur les données disponibles dans les études du Contrat de Rivière, le schéma piscicole et sur les relevés BRL aux stations. Les prélèvements sont donnés pour les années 1989 ou 1990.

Les études prospectives projettent les besoins à l'horizon 2000 et 2010. En AEP, la projection retenue fait passer le débit de pointe prélevée sur l'Orb et sa nappe de 62 300 m³/jour (1,93 Mm³/mois) en 1990 à 91 400 m³/jour (2,83 Mm³/mois) en 2010. En irrigation, se basant sur « *le schéma hydraulique agricole à l'horizon 2000* », les projections conduisent à une augmentation des superficies irriguées de 900 ha sur le système Réals et 400 ha sur le système Portiragnes, soit respectivement une augmentation de 1 et 0,5 Mm³/an.

➤ Définition et Simulation de scénarios de gestion actuelle et modifiée :

L'étude définit trois scénarios de gestion :

- ◆ **satisfaction de la vocation nominale du barrage,**
- ◆ **soutien d'étiage :** dans ce scénario, un point de débit objectif est défini à l'aval de Béziers (en amont de la prise de Pont Rouge) pour lequel une consigne de 5 m³/s est fixée. On cherche, une fois les prélèvements en eau satisfaits, à satisfaire cette consigne.
L'étude précise que la valeur de 5 m³/s testée vise à approcher en ordre de grandeur le potentiel du barrage pour du soutien d'étiage et que ce débit ne correspond donc pas à une valeur forcément idéale en terme de débit biologique.
L'étude précise ainsi que « seule l'étude des indicateurs biologiques du milieu pourra révéler l'état du milieu, ses besoins en débit minimum et l'impact d'un soutien plus important des débits ».
- ◆ **soutien d'étiage + écrêtement de crues :** dans ce scénario, on respecte les consignes du scénario précédent avec une consigne supplémentaire : le respect d'une courbe de remplissage qui conduit à laisser un « creux » dans le barrage. Ce creux est réduit d'octobre à avril pour viser un barrage pratiquement plein début juin et plein au 1^{er} juillet.
La courbe de remplissage se base sur l'étude « *Actualisation de l'étude hydrologique du barrage d'Avène et Simulation de différents modes de gestion de la retenue – BRL – septembre 1992* » explicitée plus haut. La courbe est définie par les niveaux de remplissage mensuels maximums suivants : 415 mNGF (13 Mm³) de début septembre à fin novembre, 424 mNGF (24 Mm³) de début décembre à fin mars, 430 mNGF (30,6 Mm³) de début avril à fin juin et 431 mNGF (32,4 Mm³) en juillet et août. (NB : pour la période d'hiver, la courbe est à 424 mNGF alors que l'étude de 1992 proposait 420 mNGF).

Pour chacun de ces scénarios, le fonctionnement de l'ouvrage est modélisé, dans les conditions hydrologiques de la série 1964-1994, avec trois scénarios de demande en eau (« actuel » = 1990, 2000 et 2010). La simulation « satisfaction de la vocation nominale du barrage » avec les prélèvements 1990 constitue le scénario de référence.

Les conclusions, pour les différents scénarios, sont les suivantes :

- ◆ **satisfaction de la vocation nominale du barrage :**
L'étude conclut, pour la série hydrologique de référence 1964-1994, que « la progression de la demande en eau aux horizons 2000 et 2010 peut être largement satisfaite par le barrage. De plus, la réserve en fin d'été reste suffisante encore pour se permettre d'annexer au barrage une fonction supplémentaire, et ainsi répondre à une demande en eau plus conséquente, au moins à hauteur de 10 Mm³ ».
Les simulations indiquent qu'il n'y a pas de problème de remplissage : le barrage est toujours plein au 1^{er} juin, excepté en 1990, année très sèche (sans toutefois de problème de fourniture en eau cette année là).
- ◆ **soutien d'étiage :**
L'étude conclut, sur la série hydrologique de référence 1964-1994, à la possibilité pour le barrage de satisfaire sans défaillance, 9 année sur 10, une consigne de 5 m³/s à l'aval de Béziers tout en satisfaisant les besoins en eau de l'horizon 2010. Pas de défaillance en juin, juillet et août (excepté un faible déficit une année sur 30 pour ce dernier mois), défaillance importante une année sur 30 pour le mois de septembre (année 1990). Pour les années avec défaillance, l'étude souligne qu'en pratique on pourrait « étaler » la pénurie sur la période d'étiage, ce qui reviendrait, par exemple, pour l'année 1990, à avoir un peu moins de 4 m³/s à l'aval de Béziers au lieu de 5.
L'étude précise les volumes supplémentaires du barrage mobilisés pour satisfaire la consigne : 4 Mm³ en moyenne, 10 Mm³ pour des années du type 5 à 9 ans sèche et 11 Mm³ pour une année décennale sèche.

L'étude indique les baisses de productibles induites par la nouvelle gestion (baisse du niveau du barrage les mois d'hiver car niveau plus bas en fin de saison de soutien d'étiage) : perte de recettes de 160 à 180 kF en moyenne annuelle (diminution de 418 000 kWh de la production électrique dont 283 000 en hiver et 135 000 en été) et jusqu'à 860 kF en année sèche.

◆ **soutien d'étiage + écrêtement de crue :**

L'étude conclut, pour la série hydrologique de référence 1964-1994, que « la fonction d'écrêtement renforcée des crues de l'Orb peut être assignée au barrage sans induire de préjudice sur les besoins AEP et irrigation, que le barrage doit satisfaire en priorité. De plus, les conditions de niveau maximum liées à un renforcement de l'écrêtement des crues restent compatibles avec un remplissage du plan d'eau au 1^{er} juin et une fonction de soutien des débits de l'Orb dans la mesure où les contraintes de niveaux deviennent moins restrictives en approchant du printemps et prennent en compte la nécessité d'un remplissage au 1^{er} juin tout en préservant la sécurité du barrage. »

L'étude indique les baisses de productibles induites par la nouvelle gestion (qui limite la hauteur de la retenue à certaine période de l'année) : perte de recettes de 730 kF en moyenne annuelle (diminution de 2 179 000 kWh de la production électrique dont 1 161 000 en hiver et 1 019 000 en été) et jusqu'à 1 280 kF certaines années.

BARRAGE D'AVÈNE : RENFORCEMENT DU TURBINAGE, ÉTUDE DE FAISABILITÉ – BRL – DÉCEMBRE 1996

La microcentrale du barrage, installée depuis 1975, est équipée pour un débit maximum de 3,25 m³/s correspondant à une puissance de 1300 kW. Cette étude part du constat de l'existence d'un potentiel non exploité (le débit sortant du barrage peut être supérieur à ce débit) et compare deux solutions de renforcement de la capacité de turbinage : solution A : surdimensionnement de l'installation, solution B : installation d'une nouvelle turbine dans les gorges en aval du barrage avec une hauteur de chute plus importante.

L'étude contient des simulations de production électrique et de recette associée pour 3 débits d'équipement (actuel : 3,2 m³/s, A : 4,5 m³/s et B : 5 m³/s) et selon trois scénarios de gestion issus de l'étude détaillée ci-dessus « *Bilan des usages du barrage d'Avène : contribution au contrat de rivière Orb – BRL – 1996* ». Ces trois scénarios sont « gestion actuelle », « soutien d'étiage » et « soutien d'étiage + écrêtement des crues ».

Les conclusions sont les suivantes :

- sans changer de gestion, ce qui représente la meilleure hypothèse en termes de production, le gain, avec le renforcement du turbinage, est de 18 %. Le rapport précise que « ce gain reste modeste au regard des investissements à réaliser » et plus loin que « les investissements à réaliser sont élevés au regard des gains de production et ne permettent pas de dégager une rentabilité satisfaisante. ».

Le gain calculé est le suivant : 2282 kF de recette moyenne annuelle en « situation actuelle », 2629 kF avec la solution A et 2 689 kF avec la B, soit un gain maximal de 407 kF/an.

Le coût calculé est le suivant : investissement de 6 000 kF pour la solution A et de 10 500 kF pour la solution B.

- la gestion avec renforcement du soutien d'étiage conduit à des recettes très proches de la « gestion actuelle »,
- une gestion accentuant l'écrêtement des crues amène, du fait d'une baisse des niveaux en hiver, une baisse de production très significative (diminution de 400 à 600 kF/an, soit environ – 20%).

Un tableau synthétise l'ensemble des calculs de recettes réalisés :

Débit d'équipement (m ³ /s)	Recette en kF selon le mode de gestion		
	« actuelle »	Soutien d'étiage	Soutien d'étiage + écrêtement des crues renforcées
Actuel : 3,2	2 282	2 197	1 857
Renforcement A : 4,5	2 629	2 570	2 099
Renforcement B : 5	2 689	2 640	2 089

BARRAGE D'AVÈNE : ÉLÉMENTS D'AIDE À LA DÉCISION POUR UNE MODIFICATION DE LA GESTION EN VUE D'UN RENFORCEMENT DE LA FONCTION D'ÉCRÊTEMENT DES CRUES – BRL – 2000

Cette étude contient les éléments suivants :

- construction d'un outil de calcul (sous tableur) pour simuler l'écrêtement d'une crue par le barrage d'Avène. Pas de temps du calcul = 15 minutes.
- simulation, sur l'outil, de différentes crues (réelles et crues de projet issues de l'étude de septembre 1992) selon deux modes de gestion du barrage (en terme d'ouvertures des vannes et de niveau du plan d'eau) : mode de gestion « actuel » et mode de gestion modifié (plan d'eau géré systématiquement à 417,5 mNGF max et vannes secteurs laissées ouvertes en permanence). Calcul des gains en écrêtement lié au nouveau mode de gestion.
- calcul de la perte de productible liée aux modifications de gestion proposée.

Les principaux résultats sont les suivants :

- les crues ont été définies en 4 saisons, la plus pénalisante est l'automne (du 1er septembre au 30 novembre) avec des crues de 1050 m³/s et 1500 m³/s pour les périodes de retour 1 000 et 10 000 ans ;
- avec le mode de gestion courante (règle d'ouverture progressive des jets creux et des vannes secteurs, plan d'eau inférieur ou égal à 424,33 mNGF) la crue millénale est évacuée mais pas la crue décamillénale (déversement sur barrage) ;
- avec le mode de gestion proposé (nouvelles règles d'ouverture des jets creux, vannes secteurs laissées ouvertes et plan d'eau inférieur ou égal à 417,5 mNGF) la crue décamillénale est évacuée.
- La gestion effectuée en 1997 conduisait à une recette moyenne d'environ 1,9 MFF HT de vente d'énergie auprès d'EDF. Suivant trois scénarios de gestion du plan d'eau envisagés pour mieux écrêter les crues, les pertes de recette estimées étaient comprises entre 203 et 358 KF HT.

Les conclusions de cette étude ont été présentées au Syndicat Mixte de la Vallée de l'Orb qui a acté l'intérêt d'une gestion modifiée par un renforcement de la fonction d'écrêtement du barrage.

La mise en œuvre de ces nouvelles modalités nécessitait la compensation de la perte de recette correspondante. Un projet de convention a été élaboré et présenté aux collectivités et acteurs du bassin de l'Orb, mais ce projet n'a pas pu aboutir. En conséquence, les nouvelles modalités de gestion proposées ne sont donc jamais entrées en vigueur.

4. ANALYSE RÉTRO-PROSPECTIVE SUR LES PRÉLÈVEMENTS EN EAU ET LES USAGES À L'ÉCHELLE DU BASSIN VERSANT DE L'ORB

4.1 L'ORB ET SA NAPPE ALLUVIALE CONSTITUE UN HYDROSYSTÈME UNIQUE

Les alluvions de l'Orb sont développées sur deux secteurs : sur le haut bassin entre Hérépian et Poujols-sur-Orb et dans la moyenne et basse vallée, entre Réals et la Mer.

Carte 1 : Zoom sur la nappe alluviale de l'Orb (secteur basse et moyenne vallée)



Il existe un lien étroit entre le fleuve Orb et sa nappe alluviale qui conduit à les considérer ici comme un hydrosystème unique.

Le zoom hydrogéologique réalisé par ANTEA dans le cadre du schéma directeur d'eau potable de la CABEM (CABEM – Schéma directeur d'eau potable – SOGREAH – 2005), souligne ainsi (pour la partie de la nappe située entre Réals et Béziers, mais le principe peut s'appliquer sur l'autre portion de nappe) :

« Cette nappe a peu de réserve propre (4 Mm³) et un renouvellement très rapide, de l'ordre d'une vingtaine de jours. Le potentiel de cette ressource ne dépend donc pas de sa réserve, mais de sa fonction conductrice et épuratrice de l'Orb. Le niveau de prélèvement possible ou soutenable est par conséquent directement conditionné par le débit du fleuve à l'étiage. La cote piézométrique entre Réals et Béziers est strictement contrôlée par les niveaux des seuils et la quasi-totalité de l'alimentation de la nappe provient de l'Orb. »

Dans la suite du présent chapitre, on intégrera dans les bilans quantitatifs les prélèvements dans la nappe alluviale de l'Orb au même titre que les prélèvements superficiels.

Remarque : Le zoom hydrogéologique d'ANTEA précise également que :

- « la nappe alluviale est impropre à la consommation en aval de Villeneuve-les-Béziers, du fait d'une minéralisation élevée »,
- « dans les terrasses anciennes est présente par endroits une nappe perchée qui n'a que très peu de relation avec la nappe des alluvions récentes et n'offre pas de possibilités pour l'AEP, à cause de la forte minéralisation de ses eaux (notamment taux de nitrates de 30 à 90 mg/l, alors que les taux de la nappe principale sont inférieurs à 10 mg/l). »

4.2 LES PRÉLÈVEMENTS COMPENSÉS PAR LE BARRAGE

4.2.1 Présentation d'ensemble

Comme déjà décrit plus haut, le barrage des Monts d'Orb est l'élément de régulation d'un ensemble d'ouvrages visant à prélever les eaux de l'Orb tout en garantissant une valeur minimale de son débit d'étiage (on verra que cette valeur, fixée aujourd'hui à 2 m³/s à l'aval de Réals, est généralement supérieure au débit naturel).

Il s'agit de l'amont vers l'aval des quatre points de prélèvements suivants déjà listés dans le premier chapitre :

- la station de pompage de Cessenon (commune de Cessenon-sur-Orb),
- la station de pompage de Réals (commune de Cessenon-sur-Orb),
- la station de pompage de Gaujac (commune de Cazouls les Béziers),
- la prise gravitaire de Pont Rouge (commune de Béziers) complétant l'alimentation du canal du Midi, qui sert de vecteur pour la desserte de la station de pompage de Portiragnes (commune de Portiragnes).

Les réseaux desservis par les stations de Gaujac et Réals sont maillés, ces deux stations seront donc traitées conjointement.

4.2.2 Station de pompage de Cessenon

Données sources disponibles (BRL) :

- prélèvements au pas de temps mensuel de 1990 à 2007,
- prélèvements au pas de temps hebdomadaire de 2002 à 2007,
- débits souscrits et volumes distribués par usage de 1983 à 2007.

La station a été mise en place en **1982**, sur la commune de Cessenon.

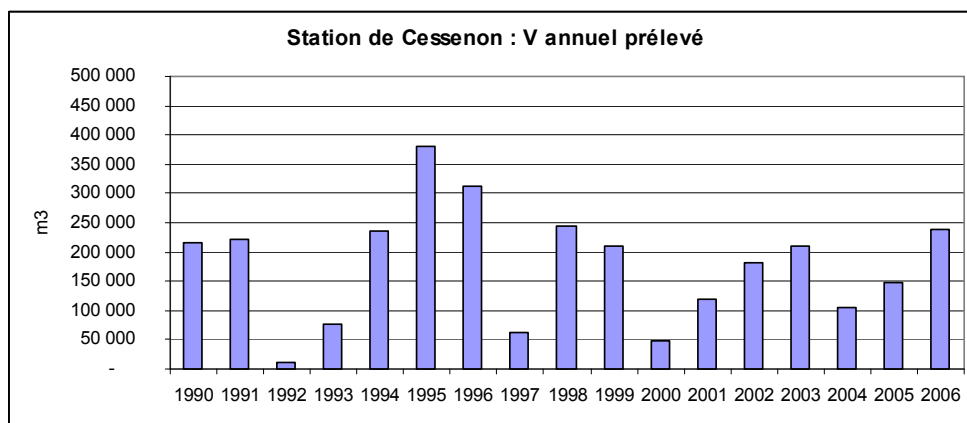
USAGES - HISTORIQUE DES DÉBITS SOUSCRITS ET DES VOLUMES PRÉLEVÉS

La station alimente un **réseau sous pression desservant de l'eau à des bornes à vocation agricole** : irrigation du **secteur D4 du casier 6** de la concession régionale. La **superficie équipée est de 387 ha**. La **superficie irriguée s'élève à 370 ha**. Les cultures pratiquées sont la vigne et le maraîchage.

Les volumes prélevés dans l'Orb restent très modestes au regard de ceux distribués sur les autres stations du système Orb. Ils sont présentés sur le graphe suivant pour les années 1990 à 2006.

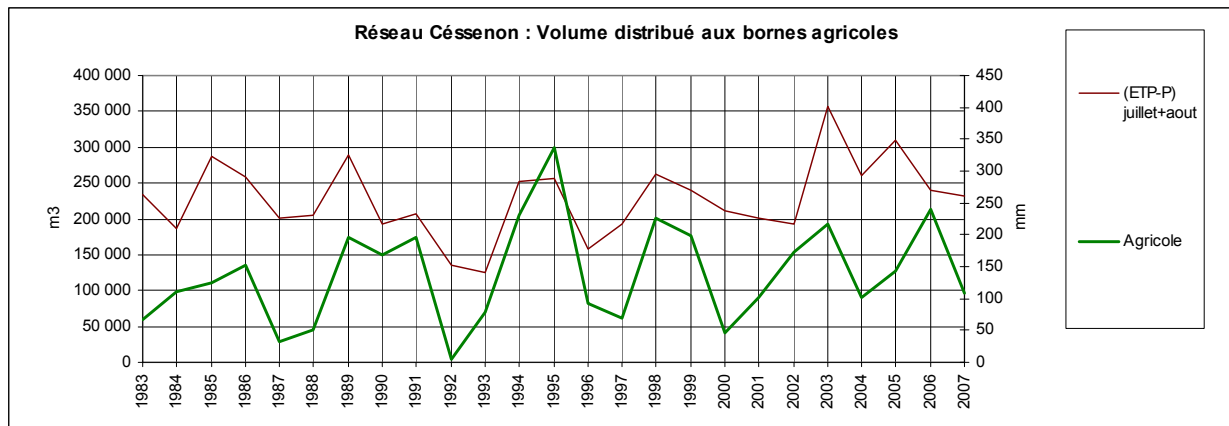
Ces dernières années, ils varient entre 100 000 et 240 000 m³. Ils ont atteint 210 000 m³ en 2003 et 240 000 m³ en 2006.

Figure 6 : Station de Cessenon - Historique du volume annuel prélevé



Le graphe suivant met en parallèle les volumes agricoles distribués sur le réseau alimenté par la station entre 1983 et 2007 et une estimation du déficit hydrique sur la période juillet-août.

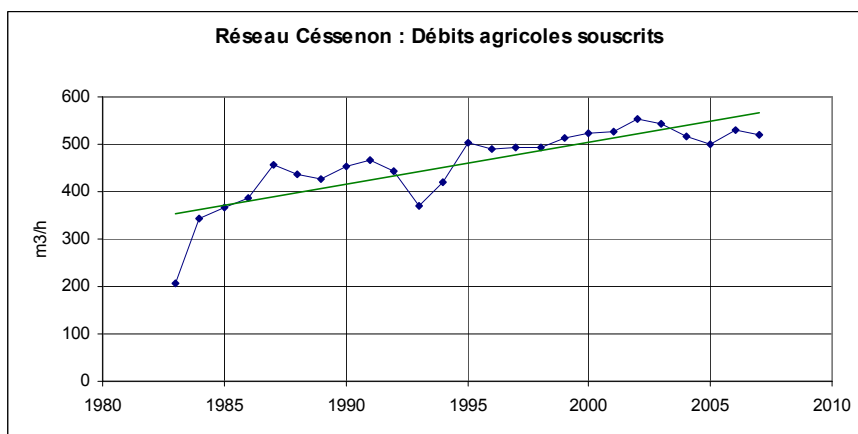
Figure 7 : Station de Cessenon - Historique du volume distribué aux bornes agricoles - Lien avec le déficit hydrique



On observe la forte corrélation entre les prélèvements et le déficit hydrique.

Le graphe suivant présente l'évolution des débits souscrits sur le réseau depuis sa mise en place :

Figure 8 : Station de Cessenon - Historique des débits souscrits pour l'usage agricole



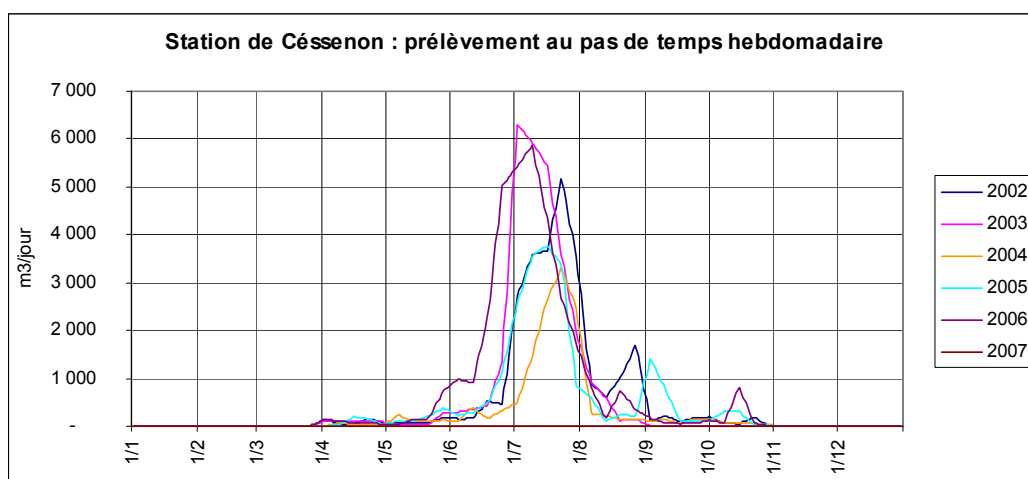
Au contraire des autres réseaux (comme on le verra plus bas), la demande apparaît stable après la montée en puissance du réseau.

NB : Le « creux » de 1992-1993 correspond à une date clé dans l'histoire de BRL : annulation de tous les contrats et re-signature avec un nouveau tarif augmenté de 20%. On observe que trois années sont nécessaires pour retrouver le niveau de demande de 1991.

PRÉLÈVEMENT SUR L'ANNÉE

Le graphe suivant montre la variation du débit prélevé au cours de l'année à la station de Cessenon.

Figure 9 : Station de Cessenon - Prélèvement au pas de temps hebdomadaire (2002 à 2007)



Le prélèvement se concentre essentiellement entre mi-juillet et mi-août. La pointe est généralement atteinte la première quinzaine de juillet.

En résumé, la station de Cessenon représente (en année sèche type 2003 ou 2006) un prélèvement de :

- environ 0,24 Mm³/an, soit un débit fictif continu de moins de 8 l/s.
- pratiquement tout ce prélèvement se fait sur la période mai-octobre, soit un débit fictif continu de 15 l/s,
- jusqu'à 150 000 m³ le mois de pointe (comme en juillet 2003), soit un débit fictif continu de 55 l/s,
- jusqu'à 6000 m³/jour le jour moyen de la semaine de pointe, soit un débit de 70 l/s.

RATIO VOLUMES DISTRIBUÉS / VOLUMES PRÉLEVÉS

Le tableau suivant met en parallèle les volumes prélevés et les volumes distribués et présente le rapport des deux.

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
V pompé Cessenon (m ³)	214 648	220 191	10 689	76 377	235 781	382 000	313 456	61 699	242 928	210 175	49 369	118 291	182 579	209 579	105 987	147 621	239 574
V Irrigation (m ³)	150 441	175 279	4 605	70 538	205 891	299 152	82 964	61 326	200 059	176 110	40 323	89 431	153 079	193 538	90 861	126 576	213 398
V non comptés (m ³)	64 207	44 912	6 084	5 839	29 890	82 848	230 492	373	42 869	34 065	9 046	28 860	29 500	16 041	15 126	21 045	26 176
1 - V non comptés / V pompé TOTAL (%)	70%	80%	43%	92%	87%	78%	26%	99%	82%	84%	82%	76%	84%	92%	86%	86%	89%

La moyenne du ratio sur la période 2002-2006 s'élève à **85%**. Les volumes non comptés représentent un volume annuel compris entre 20 000 et 30 000 m³, soit un débit fictif continu sur deux mois compris entre 4 et 6 l/s.

4.2.3 Stations de pompage de Réals et de Gaujac

Rappel : les réseaux desservis par les stations de Gaujac et Réals sont maillés, ces deux stations sont donc généralement traitées conjointement.

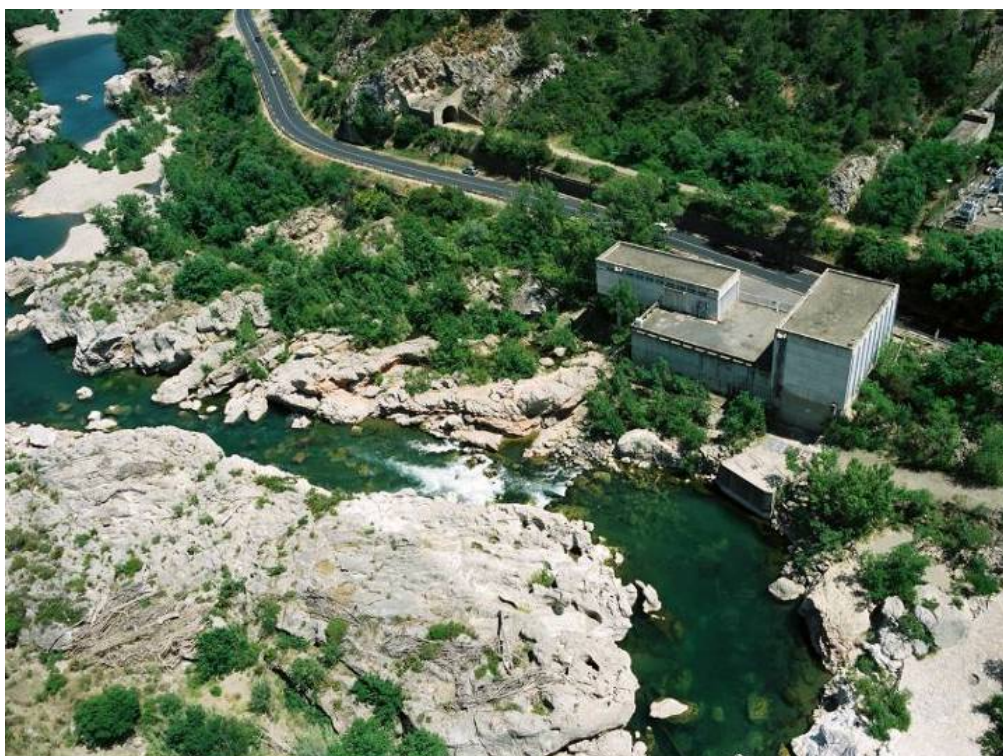
Données sources disponibles (BRL) :

- *prélèvement de Réals dans l'Orb au pas de temps mensuel de 1969 à 2007,*
- *prélèvement de Réals dans l'Orb au pas de temps hebdomadaire de 2001 à 2007,*
- *prélèvement de Gaujac dans l'Orb au pas de temps mensuel de 1990 à 2007,*
- *débits souscrits et volumes annuels distribués par usage sur les réseaux liés à Réals et Gaujac de 1983 à 2007,*
- *volumes mensuels sortant de la station AEP de Cazouls-les-Béziers de 1997 à 2007,*
- *volumes mensuels sortant de la station AEP de Puech de Labade de 1994 à 2007,*

La station de Gaujac a été mise en place en 1961. Elle se situe sur la commune de Cazouls-lès-Béziers. Elle prélève dans la nappe alluviale de l'Orb. On considèrera dans les bilans qu'elle a une influence directe sur le débit du cours d'eau.

La station de Réals a démarré en 1969. Elle se situe sur la commune de Cessenon-sur-Orb. Elle prélève directement dans l'Orb (cf. photo ci-dessous). Il s'agit de la station la plus importante du système Orb de la concession régionale, en termes de débits et de volumes prélevés.

Figure 10 : la station de Réals.



4.2.3.1 Usages

La station de Gaujac alimente un **réseau sous pression desservant de l'eau à des bornes à vocation essentiellement agricole** : irrigation des secteurs suivants du casier 6 de la concession régionale : B3 (pour environ 50%), A1, A2, A3, H2 (pour environ 1/3).

La station de Réals alimente un réseau ramifié qui dessert :

➤ **des bornes d'irrigation et d'eau à usage divers** : desserte des secteurs suivants de la concession régionale :

- ◆ casier 6 : secteurs A4, B1, B2, B3 (à 50%), B4, B6, B7, B8, B9, C4, D1, D2, D3, F1, F2, F3, F4, F5, F6 (à environ 50%), G3 (pour environ 2/3), H1, H2 (pour environ 2/3) ;
- ◆ casier 7 : secteurs K1, K2, K3.

Le réseau desservi est maillé avec celui desservi par la station de Gaujac et il est en pratique impossible de déterminer avec exactitude l'origine de l'eau pour chacun des secteurs.

La surface équipée pour l'ensemble du système Réals + Gaujac s'élève à 14 580 ha, la surface effectivement irriguée à 8 850 ha.

NB : le réseau Réals + Gaujac est également maillé avec le réseau BRL de Bize-Minervois, desservi par un forage dans la nappe alluviale de la Cesse. Une part du volume prélevé sur ce réseau provient de l'Orb (selon les années 10 à 50% d'un volume total d'environ 0,25 Mm³).

➤ **deux unités de traitement d'eau potable** :

- ◆ unité de traitement de Cazouls-les-Béziers qui dessert :
 - × le Syndicat à Vocation Multiple (SIVOM) d'Ensérune,
 - × la commune de Cazouls-les-Béziers,
- ◆ unité de traitement de Puech de Labade (située sur la commune de Fleury d'Aude) qui alimente :
 - × les communes de Vendres (secteur des campings), Coursan (en partie), Gruissan et Port-la-Nouvelle (en partie),
 - × le Syndicat Intercommunal d'adduction d'Eau Potable du littoral Sud Audois : communes de Bages, Fitou, La Palme, Leucate, Peyriac-de-Mer, Roquefort-des-Corbières, Sigean, Caves et Treilles.

La station de Puech de Labade permet par ailleurs de sécuriser en partie la desserte en eau potable des communes suivantes : Narbonne, Salles d'Aude, Vinassan, Armissan et Fleury d'Aude.

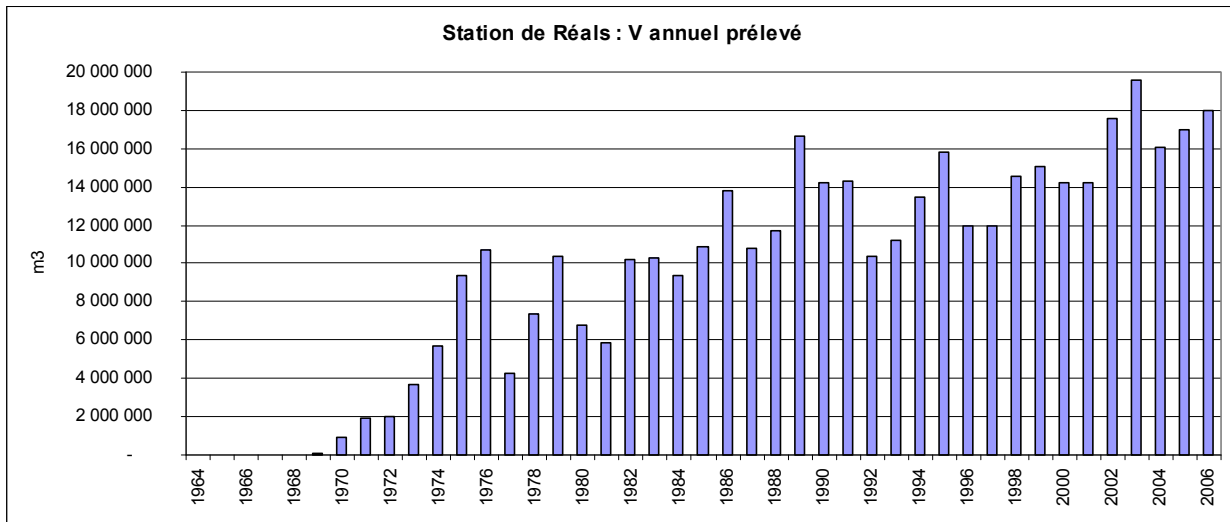
➤ **deux points de réinjection dans le canal du Midi** : Malpas et Roubialas.

4.2.3.2 Volumes prélevés à la station de Réals – Variation sur l'année

Le graphe suivant représente l'évolution des prélèvements à Réals depuis la mise en service de la station. On note une augmentation globale des prélèvements annuels depuis cette mise en service de la station. Le volume annuel prélevé est en moyenne de 17,6 Mm³ sur les 4 dernières années (2003 à 2006).

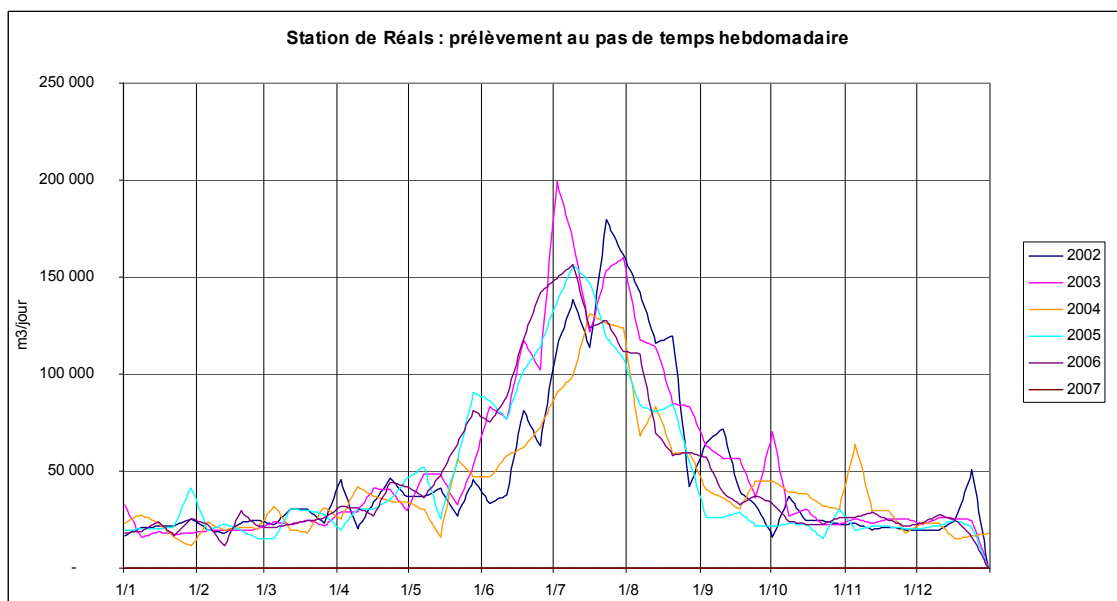
Cette croissance est le résultat d'évolutions complexes des différents usages de l'eau prélevée. L'analyse est détaillée plus bas par usage.

Figure 11 : Station de Réals - Historique du volume annuel prélevé et des volumes distribués



Le graphe suivant montre la variation du débit prélevé au cours de l'année à la station de Réals.

Figure 12 : Station de Réals - Prélèvement au pas de temps hebdomadaire (2002 à 2007)

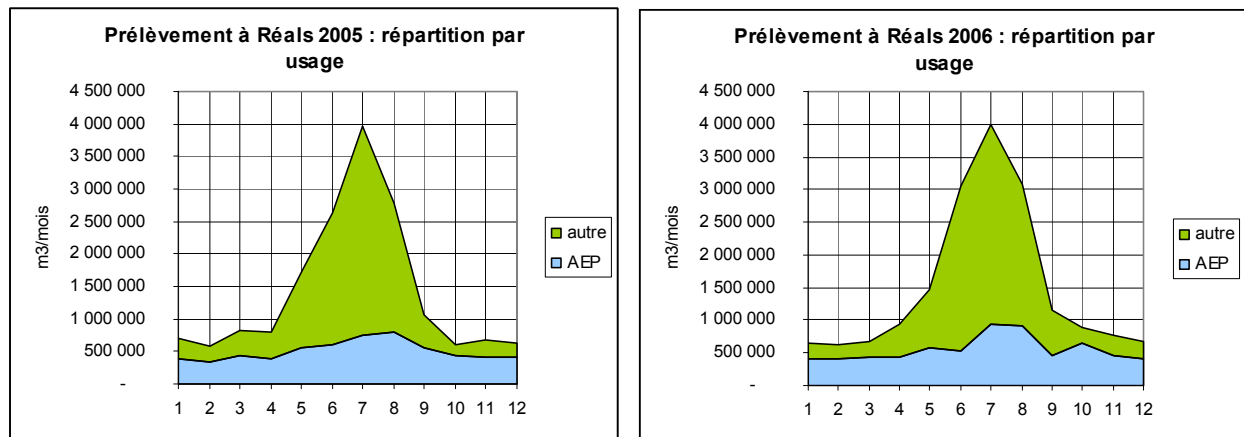


A l'échelle de l'année, la pointe s'étend de mi-juin à mi-août. **La somme des prélèvements des trois mois juin, juillet et août représentent en moyenne 55% du prélèvement annuel** (moyenne observée de 2002 à 2006).

Le débit de pointe est atteint en juillet. Il a atteint (jour moyen de la semaine de pointe) 180 000 m³/jour (2,1 m³/s) en 2002 et 200 000 m³/jour (2,3 m³/s) en 2003.

Les graphes suivants mettent en évidence **l'évolution du poids respectif des différents usages au cours de l'année**. Ils représentent, pour les deux années 2005 et 2006, l'évolution sur 12 mois du débit entrant dans les deux stations eau potable alimentées par Réals et le reste du débit prélevé (différence entre le débit total prélevé et le débit injecté dans les deux stations AEP). Le reste du débit prélevé est principalement lié à l'irrigation, aux usages divers et aux fuites du réseau.

Figure 13 : Détail AEP/autres usages du prélèvement à Réals au pas de temps mensuel - années 2005 et 2006



Le volume mensuel de l'eau potable varie selon un coefficient de 2,4 entre le mois le plus fort et le mois le plus faible. Pour le reste du volume, ce coefficient est de l'ordre de 15 à 19.

Au final, on note donc que les variations des prélèvements « irrigation » ont plus de poids sur la période de pointe que celles des prélèvements « eau potable » qui sont plus lissés sur l'année.

Illustré autrement : les mois de juin, juillet et août représentent 35% du volume AEP annuel, et 65 à 70% du volume « autres usages ». Les mêmes calculs sur la période mai à octobre conduit aux pourcentages suivants : 60% pour l'AEP et 85% pour les autres usages.

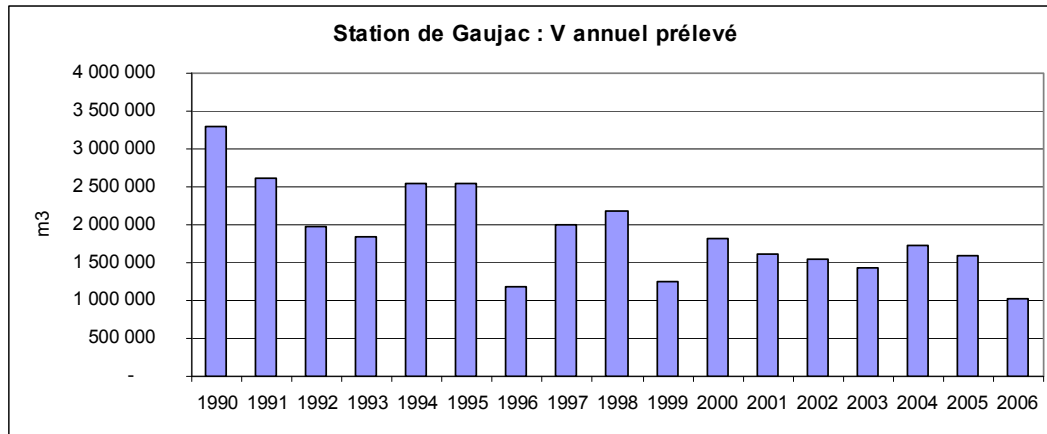
En résumé, la **station de Réals** représente (en année sèche type 2006) un prélèvement de :

- environ 18 Mm³/an (19,5 Mm³ en 2003), soit un débit fictif continu de 570 l/s (620 l/s en 2003) ;
- environ 14 Mm³ sur la période mai-octobre, soit un débit fictif continu de 870 l/s,
- jusqu'à 4 à 5 Mm³ le mois de pointe (4 Mm³ en juillet 2006, 5,1 Mm³ en juillet 2003), soit un débit fictif continu de 1 500 à 1 900 l/s,
- jusqu'à 160 000 à 200 000 m³/jour le jour moyen de la semaine de pointe, soit un débit de 1850 à 2 300 l/s.

4.2.3.3 Volumes prélevés à la station de Gaujac – Variation sur l'année

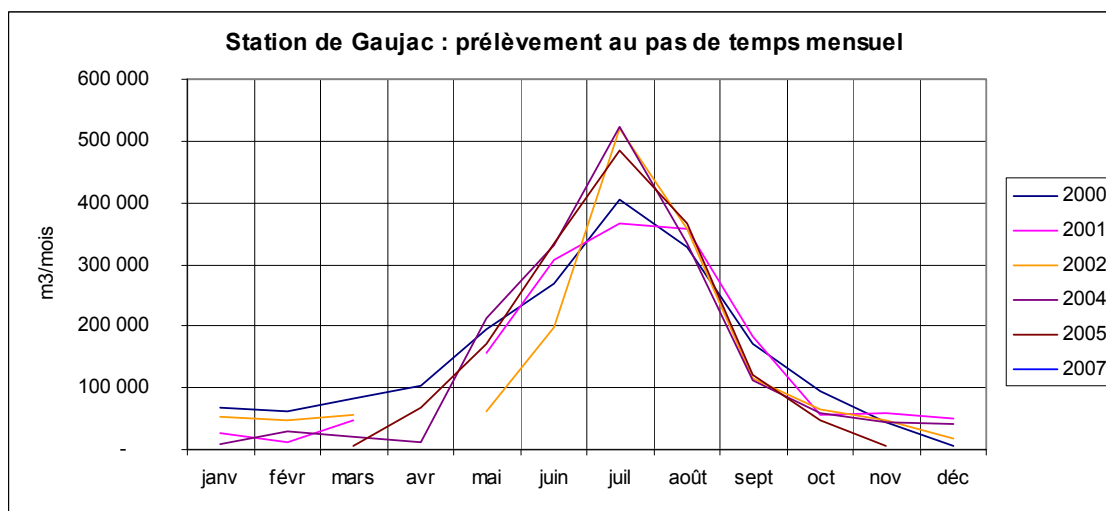
Les volumes prélevés dans l'Orb sont présentés sur le graphe suivant pour les années 1990 à 2006. Ces dernières années, ils varient entre 1 et 1,7 Mm³.

Figure 14 : Station de Gaujac - Historique du volume annuel prélevé



Le graphe suivant montre la variation du débit prélevé au cours de l'année à la station de Gaujac.

Figure 15 : Station de Gaujac - Prélèvement au pas de temps mensuel (2002 à 2007)



Le prélèvement se concentre essentiellement entre mi-juin et mi-août. La pointe est atteinte en juillet.

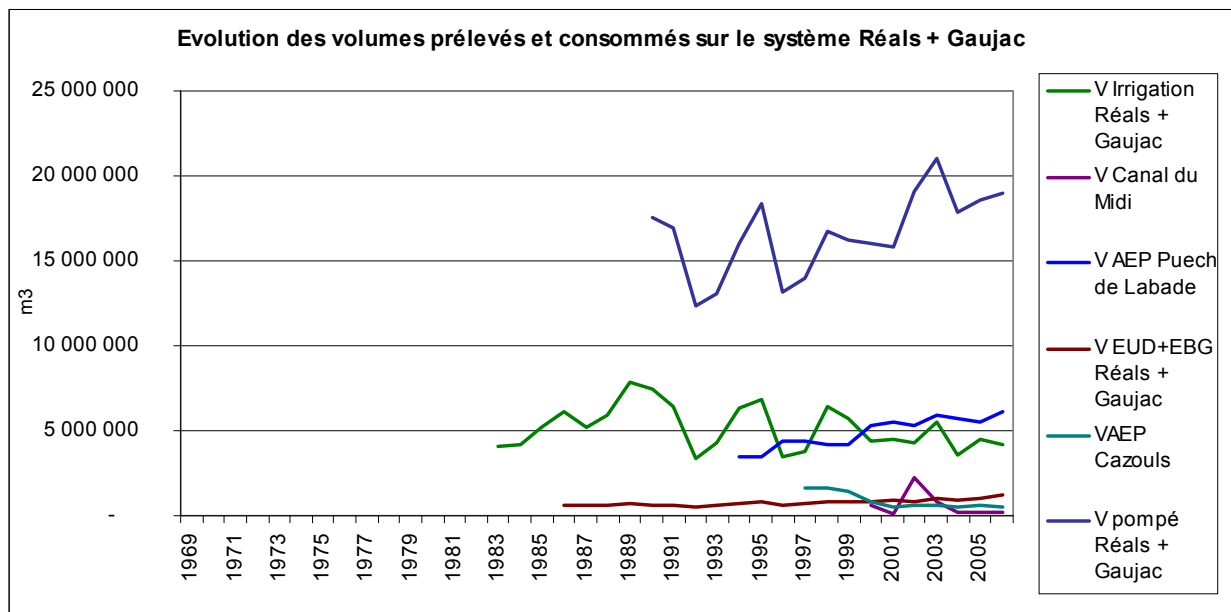
En résumé, la **station de Gaujac** représente (en année sèche type 2003) un prélèvement de :

- environ 1,5 Mm³/an, soit un débit fictif continu de moins de moins de 50 l/s.
- pratiquement tout ce prélèvement se fait sur la période mai à octobre, soit un débit fictif continu de 95 l/s,
- jusqu'à 500 000 m³ le mois de pointe, soit un débit fictif continu de 190 l/s.

4.2.3.4 Volumes distribués par usages sur les réseaux alimentés par les stations de Réals et Gaujac

Le graphe suivant met en parallèle l'évolution du volume prélevé à Réals + Gaujac et l'évolution des volumes distribués pour les différents usages.

Figure 16 : Stations de Réals et Gaujac - Historique du volume prélevé et des volumes consommés pour les différents usages



On peut noter les points suivants :

- **l'irrigation** connaît d'abord un développement jusqu'au début des années 1990 puis décroît. Le volume annuel prélevé varie avec le déficit climatique. Il est **en moyenne de 4,4 Mm³ sur les 4 dernières années**. Il a atteint 5,5 Mm³ en 2003.
- pour **l'eau potable**, on note une augmentation des volumes utilisés par la station de Puech de Labade, et une diminution pour celle de Cazouls. Cet usage connaît globalement une hausse. Sur les 4 dernières années (2002 à 2006), **le volume en entrée station s'élève à 5,8 Mm³ à Puech de Labade et à 0,55 Mm³ à Cazouls**.
- les volumes transférés vers **le canal du Midi** aux points d'injection du Malpas et du Roubialas sont en baisse et désormais faibles (de l'ordre de **0,2 Mm³**);
- une hausse des volumes **EUD**.

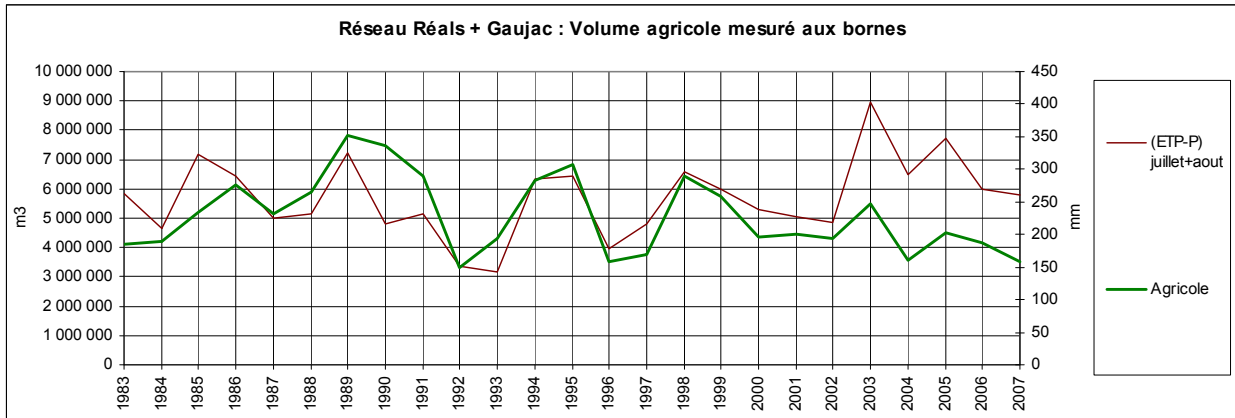
On détaille ci-après l'analyse pour les différents usages.

4.2.3.5 Détail des usages agricoles liés aux prélèvements de Réals et Gaujac

On a détaillé plus haut les casiers concernés par l'irrigation depuis le réseau sous pression desservi par les stations de Réals et Gaujac. Les cultures pratiquées sont essentiellement de la **vigne et du maraichage**.

Le graphe suivant met en parallèle les volumes agricoles distribués sur le réseau entre 1983 et 2007 et une estimation du déficit hydrique sur la période juillet-août.

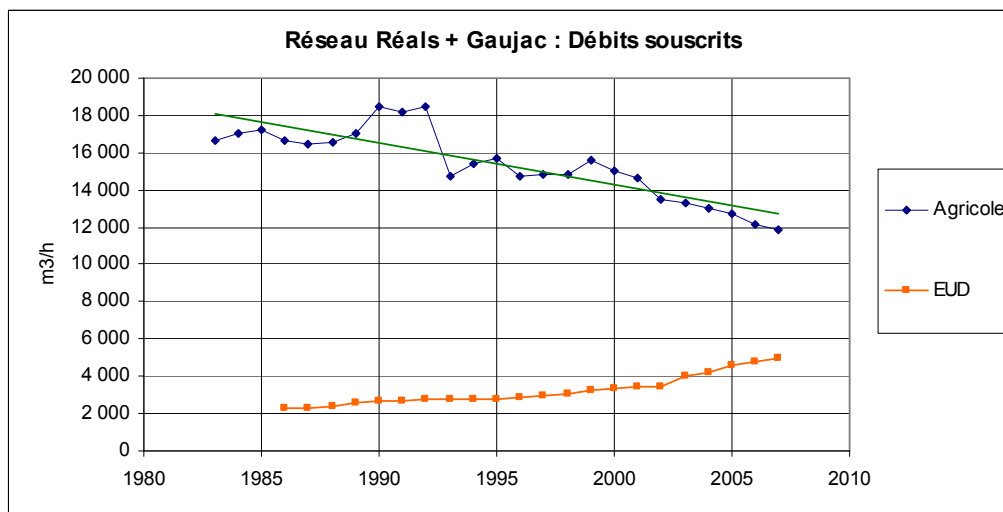
Figure 17 : Station de Réals + Gaujac - Historique du volume agricole distribué aux bornes - Lien avec le déficit hydrique



On observe la forte corrélation entre les prélèvements et le déficit hydrique. La mise en parallèle des deux grandeurs permet de mettre en évidence, au-delà des variations interannuelles, la **baisse de la consommation agricole sur les 20 dernières années** (à partir du début des années 1990, le prélèvement – courbe verte – s'éloigne de la courbe représentant le déficit hydrique).

Cette baisse est en lien avec celle des souscriptions agricoles illustrée sur le graphe suivant :

Figure 18 : Station de Réals + Gaujac - Historique des débits souscrits

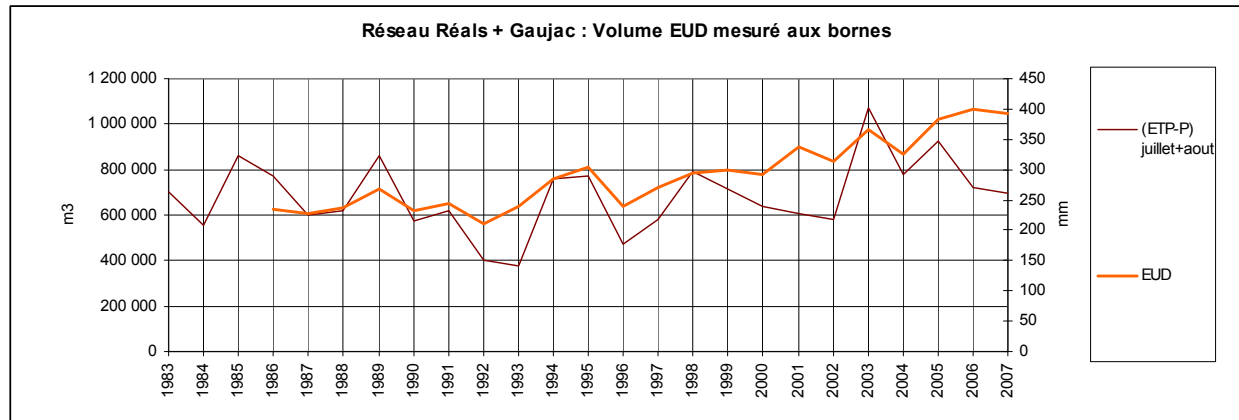


On note une augmentation jusqu'au début des années 1990. L'accroissement devient plus fort suite aux sécheresses de 1989 et 1990. On assiste ensuite à une chute brutale après 1992 (même explication que celle donnée plus haut pour Cessenon : 1992-1993 correspond à une date clé dans l'histoire de BRL : annulation de tous les contrats et re-signature avec un nouveau tarif augmenté de 20%). Au contraire du cas de Cessenon, le « creux ne se refait pas ». La chute brutale est suivie par une érosion continue depuis 1995.

4.2.3.6 Détail des usages EUD liés au prélèvement de Réals

Parallèlement à l'érosion agricole, on assiste à une montée régulière des souscriptions en eau à usage divers, comme illustré sur le graphe précédent.

Figure 19 : Station de Réals + Gaujac - Historique du volume EUD distribué aux bornes - Lien avec le déficit hydrique



On note :

- des variations interannuelles en lien avec celles du déficit climatique,
- indépendamment de ce lien, une hausse globale des volumes prélevés à mettre en rapport avec la hausse des débits souscrits soulignée précédemment.

4.2.3.7 Détail des usages AEP liés au prélèvement de Réals : la station AEP de Puech de Labade

La station de Puech de Labade a été mise en service en 1969. Comme détaillé plus haut, il s'agissait de satisfaire la croissance des besoins en eau sur le littoral audois en lien avec le développement de stations balnéaires (mission Racine).

Le système de desserte AEP depuis la station de traitement de Puech de Labade est aujourd'hui, en termes de capacité de traitement, totalement saturé en période de pointe : la demande dépasse la capacité de la station. La fourniture est restée possible ces dernières années (avec cependant des manques d'eau ponctuels en 2002 et 2003) en faisant tourner la station au-dessus de ses capacités normales (fonctionnement 24h/24 au lieu de 20h/24) et par des efforts particuliers de suivi en jour de pointe.

Il est prévu d'augmenter la capacité de cette station et le dossier de DUP est en cours d'élaboration. Les données présentées dans ce chapitre sont principalement extraites de ce dossier (BRL – Prise d'eau dans l'Orb à Réals – Dossier de demande de Déclaration d'Utilité Publique pour la dérivation des eaux et l'instauration des périmètres de protection – – 2007).

Figure 20 : Station de traitement AEP de Puech de Labade



ZONE ET POPULATION DESSERVIE

Les communes desservies par la station Puech de Labade ont été listées plus haut.

La **population permanente** desservie actuellement par la station est estimée à environ **22 500 habitants** (2006). Elle était d'environ 14 000 habitants en 1990 et de 19 000 en 1999.

La **population touristique saisonnière atteint environ 101 000 habitants**. Le pic de population se produit particulièrement sur les stations touristiques de Gruissan (passage de 3 800 à 45 000 habitants), de Vendres (passage, pour la zone de la commune desservie par la station, de 100 habitants à 22 000 habitants) et de Port-la-Nouvelle (passage de 5 700 à 25 000 habitants). Une part de cette population saisonnière est en fait pratiquement sédentaire (résidences secondaires occupées une large partie de l'année). On estime à environ 14 000 personnes cette « population saisonnière sédentaire ».

La population totale desservie en période estivale est donc actuellement de l'ordre de **124 000 habitants**. En jour de pointe exceptionnel (comme la journée du 15 août), on estime que la population totale peut atteindre **142 000 habitants**.

CAPACITÉS ACTUELLES DE LA STATION

La station Puech de Labade est équipée pour produire, en débit instantané, **330 l/s en sortie de station** (soit 350 l/s en entrée station pour une efficacité de 94%).

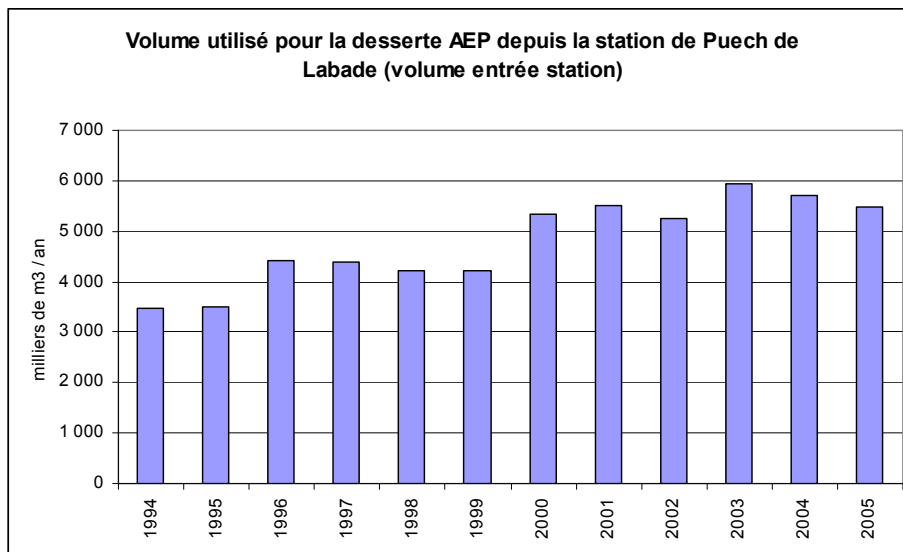
Le fonctionnement normal est de 20h/24. La limite de production avec ce fonctionnement est de : $0,33 \times 20 \times 3600 = 23\,760 \text{ m}^3/\text{jour}$ (pour 25 200 m³/jour en entrée station).

En fonctionnement exceptionnel (24h/24), la limite de production est portée à : $0,33 \times 24 \times 3600 = 28\,510 \text{ m}^3/\text{jour}$ (pour 30 240 m³/jour en entrée station).

VOLUMES UTILISÉS EN ENTRÉE STATION

Le graphe ci-après présente les volumes provenant de l'Orb (station de Réals) en entrée station. Le volume annuel utilisé en entrée station est de l'ordre de **5,8 Mm³** (moyenne sur les années 2003 à 2006).

Figure 21 : Volume annuel utilisé pour la desserte AEP depuis la station de Puech de Labade

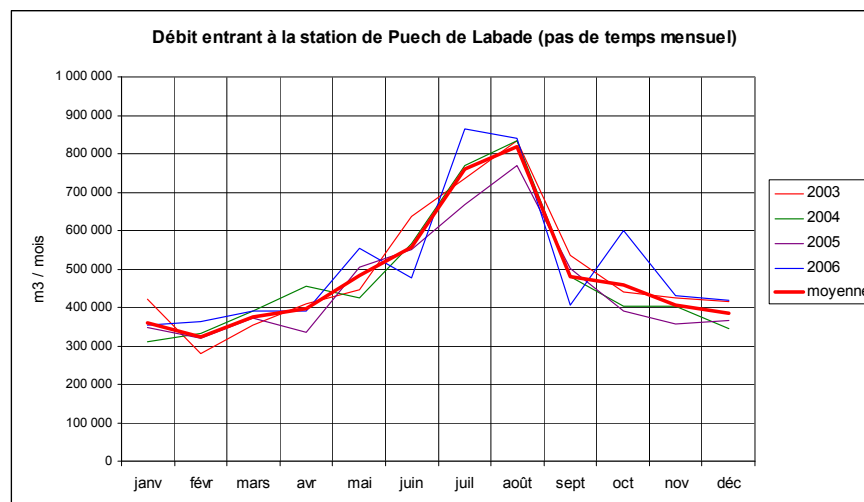


Source : BRL exploitation

L'augmentation des volumes au début des années 2000 s'explique principalement par l'abandon à cette époque de la ressource « nappe de la Berre » par Port-la-Nouvelle et son utilisation croissante du réseau alimenté par Puech de Labade (cf. détails plus bas).

Le graphe ci-après présente les volumes en entrée station au pas de temps mensuel sur les quatre dernières années :

Figure 22 : Débit entrée station de Puech de Labade au pas de temps mensuel



Le coefficient de pointe mensuelle est de l'ordre de **1,7**. Au pas de temps journalier, le débit maximum en entrée station est de 30 300 m³/jour (fonctionnement exceptionnel), soit un coefficient de jour de pointe de l'ordre de **1,9**.

En résumé, la **station de Puech de Labade** représente un volume de :

- environ 5,8 Mm³/an, soit un débit fictif continu de 175 l/s,
- environ 3,6 Mm³ sur la période mai à octobre, soit un débit fictif continu de 230 l/s,
- jusqu'à 860 000 m³ le mois de pointe (comme en juillet 2006), soit un débit fictif continu de 320 l/s,
- jusqu'à 30 300 m³ le jour de pointe, soit un débit fictif continu de 350 l/s.

NAPPE ALLUVIALE DE LA BERRE (MASSE D'EAU 6509)

Trois communes de la zone d'étude (Port-la-Nouvelle, Portel et Sigean) prélèvent ou ont prélevé de l'eau dans la nappe alluvionnaire de la Berre.

La qualité de cet aquifère est globalement insatisfaisante notamment concernant les paramètres suivants :

- les sulfates, du fait du contact de cette masse d'eau avec des niveaux gypsifères ;
- le fer et le manganèse, là aussi pour des raisons de géologie locale ;
- les nitrates ou les pesticides, provenant de secteurs agricoles situés en partie amont du bassin versant de la Berre ; à noter que le Conseil Général de l'Aude a lancé depuis 2003 des actions d'information et de prévention sur le bassin versant amont afin de lutter contre ces pollutions.

On détaille plus bas les substitutions passées et projetées de cette ressource par la ressource Orb via la station de Puech de Labade.

LE RÉSEAU

On distingue :

- le réseau d'adduction « primaire » entre la station de pompage de Réals et la station de Puech de Labade,
- le réseau d'adduction à l'aval de Puech de Labade vers les communes desservies,
- les réseaux de distribution des communes desservies.

La question du rendement de l'adduction primaire se confond avec celle plus générale du rendement des réseaux aval Réals et est traitée plus bas.

Le rendement du système général « **aval Réals** » fait l'objet d'une analyse détaillée dans le dossier de DUP déjà cité. Il en ressort les résultats suivants :

Réseau d'adduction à l'aval de Puech de Labade vers les communes desservies

Trois parties peuvent être distinguées sur ce réseau qui totalise 113 km.

- partie 1 : adducteur alimentant les communes du Syndicat Sud Audois : Leucate, Fitou, Treilles, Caves, La Palme, Roquefort des Corbières
- partie 2 : adducteur alimentant les communes de Bages, Gruissan, Peyriac et Port la Nouvelle,
- partie 3 : adducteur alimentant les communes de Coursan et de Vendres plage.

Le tableau suivant présente les rendements (%) sur ces différentes parties :

Tableau 5 : Rendement sur les adducteurs aval de Puech (source : BRLE)

Type de réseau	Moyenne annuelle	Basse saison	Saison touristique (jour de pointe) exceptionnel	Saison touristique (période de pointe)
	12 mois	8 mois	5 -10 jours	4 mois
Adducteurs Aval Puech de Labade				
Partie 1 (Leucate, Syndicat Sud Audois)	78.9	75.3	89.4	86.0
Partie 2 (Port la Nouvelle)	80.7	77.1	91.5	88.0
Partie 3 (nord, Vendres)	83.5	79.7	94.6	91.0

L'ordre de grandeur du volume des pertes est de **900 000 m³/an**, soit **2 500 m³/j**, ce qui se traduit par un IPL de **22 m³/j/km**.

Objectif d'amélioration

Cet IPL est élevé. Des mesures de comptage et de sectorisation sont en cours pour améliorer ce ratio : mise en place au total de 18 comptages dont certains avec télé-relève tout au long des 52 kilomètres d'adduction principale et au départ de chaque branche.

- 1 en sortie réservoir de Puech
- 1 sur branche Coursan
- 1 sur alimentation Gruissan
- 1 sur départ Sud Audois
- 1 en tête branche Bages/ Peyriac
- 1 Alimentation réservoirs port la Nouvelle
- 1 en tête du sud Audois
- 3, un sur chaque branche du Sud Audois
- Un compteur en tête de chaque commune (8)

Cet ensemble va permettre suivi précis et permanent tout au long de l'année des fuites et leur évolution ; préliminaires à des actions ciblées de réparations de fuites en vue de l'amélioration des rendements et IPL.

Réseau des communes desservies par la station

Le rendement des communes desservies par la station de traitement de Puech de Labade est présenté dans le tableau suivant, l'estimation des besoins a été réalisée en prenant en compte ces rendements.

Tableau 6 : Rendements des communes desservies par la station de traitement de Puech de Labade

Type de réseau	Moyenne annuelle	Basse saison	Saison touristique (jour de pointe) exceptionnel	Saison touristique (période de pointe)
	12 mois	8 mois	5 -10 jours	4 mois
Communes				
Bages	64	63.4	64.6	64.6
Caves	90	89.1	91.8	91.8
Fitou	81	80.2	82.6	82.6
Gruissan	68	64.9	77.1	74.1
Lapalme	77	76.2	78.5	78.5
Peyriac	77	76.2	78.5	78.5
Roquefort des Corbières	52	51.5	53.0	53.0
Treilles	82	81.2	83.6	83.6
Coursan	59	58.4	60.2	60.2
Leucate (secteur desservi par Puech)	65	64.4	66.3	66.3
Vendres Plage	95	90.7	98.8	95.0
Port la Nouvelle	77	73.5	87.3	83.9
Portel	62	61.4	63.2	63.2
Sigean	76	75.2	77.5	77.5

Le tableau ci-après traduit les pertes calculées en pertes linéaires.

Tableau 7 : Présentation des indices de perte linéaires des communes desservies par Puech de Labade (données BRLE) en 2004

Communes	IPL en m ³ /j par km
Coursan	Pas de données, seule une partie du réseau de ces communes est alimenté par Puech de Labade
Leucate	
Vendres Plage	
Peyriac sur Mer	4,1
Bages	9,1
Gruissan	12,2
Fitou	4,0 ⁵
Treilles	0,9
Caves	0,7
La Palme	6,6
Roquefort sur Corbières	11,3
Port la Nouvelle	8,9

Objectifs d'amélioration

Au regard des valeurs guides de l'Agence de l'Eau, les communes ont des réseaux très hétérogènes, **certaines communes présentent des IPL élevés comme Roquefort sur Corbières et Gruissan**. Des efforts seront à faire sur ces communes pour éviter des pertes d'eau importantes.

- Pour Gruissan : cette commune appartient à la Communauté d'Agglomération de la Narbonnaise. Celle-ci a lancé un ambitieux programme de renouvellement de 20% du réseau sur une période de 18 ans qui a pour objet de dépasser, à moyen terme, un rendement de 70%.
- Pour Roquefort-des-Corbières : une amélioration des comptages et de la gestion des réservoirs, des réparations de fuites ont permis en 2005 de modifier de façon conséquente ces chiffres avec un rendement de 64% et un IPL de 8,2 m³/j/km.

Conclusion

On présente ci-après un bilan, en ordre de grandeur, des pertes actuelles du système Puech de Labade (hors adduction Réals – Puech) :

- Volume entrée station : 5 700 000 m³
- Volume sortie station : 5 300 000 m³
- Pertes système adduction (840 000 m³) + réseaux distributions des communes : (1 330 000 m³)
- Volume distribué : 3 130 000 m³

⁵ Longueur de réseau estimée.

Soit un rendement :

- de 83 % pour le système d'adduction (aval station),
- de 70 % pour les systèmes de distribution,
- et un rendement global aval station de 60 %.

ÉVOLUTION PROJETÉE DE LA STATION

Il est projeté d'ajouter à la station une troisième tranche de traitement d'une capacité, en débit instantané, de 150 l/s (entrée station). Cette tranche portera à 500 l/s (entrée station, soit 470 l/s sortie station) la capacité de la station. Elle est actuellement, comme vue plus haut de 350 l/s (entrée station).

Remarque :

La première tranche d'une capacité de 150 l/s (entrée station) a été installée en 1970 afin de traiter l'eau brute provenant de la prise d'eau de Réals. Afin de répondre à l'accroissement des besoins, une seconde tranche, d'une capacité de 200 l/s, a été installée en 1977.

Lorsque la station a été conçue initialement, sa conception était prévue pour permettre une extension par l'ajout de filières complémentaires, de sorte à quadrupler le débit initial. Le périmètre de la station permet donc de disposer de la place nécessaire à l'installation d'une filière complémentaire, et à un accroissement du stockage d'eau traitée.

BESOINS FUTURS ASSOCIÉS À L'AJOUT DE LA TROISIÈME TRANCHE

Accroissement de la demande

Deux approches sont comparées :

- celle contenue dans le dossier de DUP, établi par BRL,
- celle établie par le Conseil Général de l'Aude.

On verra qu'elles diffèrent principalement sur les hypothèses de croissance de population.

L'approche BRL se situe à l'horizon 2020. Elle table sur une croissance de la population suivante entre 2006 et 2020 :

- en période creuse : + 10 800 habitants (répartis en + 2 900 sur la zone déjà desservie et + 7 900 pour la future desserte de Portel et Sigean),
- en période de pointe : + 17 800 habitants (répartis en + 4 700 sur la zone déjà desservie et + 13 100 pour la future desserte de Portel et Sigean).

Elle intègre également la fourniture d'un débit de 605 m³/jour à la ville de Valras (non desservie à ce jour).

Ces évolutions conduisent au besoin supplémentaire suivant en entrée de station (dans l'hypothèse où les comportements et les rendements ne varient pas) :

- **1,3 Mm³/an,**
- **0,8 Mm³/an** sur la période mai à octobre,
- **4 400 m³/jour** en débit journalier de pointe.

Selon cette approche, l'ajout de la troisième tranche de la station, d'une capacité de 13 000 m³/j permettrait de couvrir ce besoin et conduirait à un débit disponible supplémentaire de **8 600 m³/jour pour de la sécurisation**. Il est prévu que ce débit de sécurisation soit réservé pour le réseau de la Communauté d'Agglomération de la Narbonnaise desservi par les prélèvements en nappe alluviale de l'Aude (lieu dit Moussoulens, sur la commune de Moussan).

L'approche du CG11 se situe à l'horizon 2030. Elle table sur la croissance suivante de la population entre 2006 et 2030 : + 14 100 ⁶ habitants permanents sur les 9 communes déjà desservies dépendant uniquement de cette ressource, donc sans inclure l'augmentation des besoins attendus pour Portel, Sigean et Valras (trois communes actuellement non desservies).

Cette différence d'hypothèse sur ces 9 communes constitue la différence principale entre les deux approches. L'approche BRL table sur une saturation de l'espace disponible pour de nouveaux habitants permanents (et estime pour cette raison que l'horizon 2030 sera peu différent de l'horizon 2020), tandis que l'approche du CG11 table sur une poursuite des tendances démographiques des 5 dernières années (effectivement importantes).

Sur les autres communes (Portel et Sigean en particulier), les chiffres diffèrent peu.

Les calculs CG11 conduisent au besoin supplémentaire suivant en entrée de station (dans l'hypothèse où les comportements et les rendements ne varient pas) :

- **2,4 Mm³/an**,
- **1,5 Mm³/an** sur la période mai à octobre,
- **7 900 m³/jour** en débit journalier de pointe.

Dans cette hypothèse, le débit de la nouvelle tranche de la station de Puech de Labade reste suffisant pour satisfaire les nouveaux besoins, mais le débit disponible pour la sécurisation de la CAN ne s'élève plus qu'à 5000 m³/jour.

Au final, on présentera pour les besoins futurs, **une fourchette** : on retiendra l'hypothèse « dossier DUP » en hypothèse basse et l'hypothèse « CG11 » en hypothèse haute. Le **besoin supplémentaire sur le système Puech de Labade à l'horizon 2030** (en entrée station) sera ainsi, à rendements et comportements constants, de :

- 1,3 à 2,4 Mm³/an,
- **0,8 à 1,5 Mm³/an** sur la période mai à octobre,
- 4 400 à 7 900 m³/jour en débit journalier de pointe.

Le débit disponible en sécurisation pour la CAN se situerait entre 5 000 et 8 600 m³/jour en période de pointe.

Détail sur l'abandon de ressources de mauvaise qualité

Les trois communes concernées, Port-La-Nouvelle, Sigean et Portel-les-Corbières, prélèvent ou ont prélevé de l'eau dans la nappe alluvionnaire de la Berre (appartient à la masse d'eau 6509).

Comme vu plus haut, la qualité de cet aquifère est globalement insatisfaisante pour des raisons intrinsèques (géologie) et de pollution anthropique.

⁶ Ramenée à 2020, la croissance serait de + 9 100 habitants sur ces 9 communes, là où l'approche BRL table, pour le même horizon, sur + 2 600 habitants

Cas de la commune de Port-la-Nouvelle

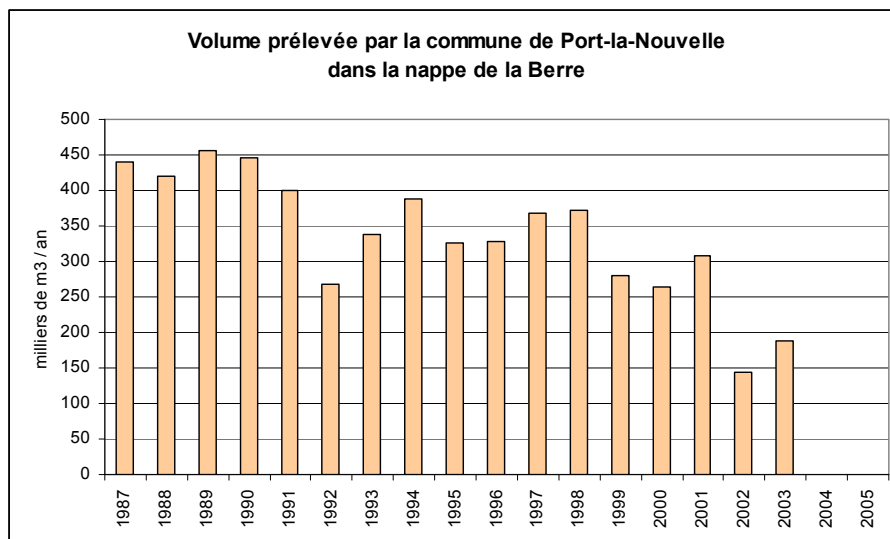
Historiquement, la commune de Port-la-Nouvelle était alimentée en eau potable par :

- l'adducteur depuis Puech de Labade (pour environ 50% de ses besoins) ;
- les forages de Bacchies dans la nappe de la Berre (pour environ 50% de ses besoins). Cette dernière ressource, qui présentait des concentrations trop fortes en fer (et dans une moindre mesure en sulfates), était traitée au moyen d'une usine de déferrisation devenue obsolète au début des années 2000.

Une étude d'opportunité de la réhabilitation de l'usine de déferrisation a alors été réalisée par la commune. L'important coût de la réhabilitation de l'usine (supérieur à 1 million d'€ HT en valeur 2002) pour obtenir une eau de qualité moyenne (résiduel nitrate, pesticides et traces de chlorures) a conduit la commune à opter pour l'abandon de cette ressource de piètre qualité et une alimentation exclusive par Puech de Labade. L'augmentation consécutive de production nécessaire au niveau de la station de traitement de Puech de Labade a largement contribué à la saturation de celle-ci en période de pointe.

Le graphe suivant illustre l'abandon progressif de la ressource « nappe de la Berre » au profit de la desserte par Puech de Labade :

Figure 23 : Volume prélevé par la commune de Port-la-Nouvelle dans la nappe de la Berre



Source : AERMC

Cas des communes de Portel-les-Corbières et Sigean

La commune de Portel, qui exploite exclusivement un prélèvement dans la nappe de la Berre, rencontre régulièrement des problèmes de sulfates, et ponctuellement de nitrates ou de pesticides.

La commune de Sigean exploite encore aujourd'hui des puits et forages dans la nappe de la Berre. Ces ressources rencontrent des problèmes réguliers de sulfates et de pesticides, et ponctuellement de fer. Le réseau de cette commune peut être interconnecté à celui de Port-la-Nouvelle via des conduites existantes : l'alimentation de Sigean peut donc être partiellement sécurisée par Puech de Labade (les conditions hydrauliques de fonctionnement actuel ne permettant cependant pas une sécurisation totale : problème de charge pour atteindre les points « hauts » de distribution du village).

Il est fait l'hypothèse qu'à termes les deux communes pourront faire appel à la seule ressource « Puech de Labade ». En pratique, elles pourront mixer les deux ressources pour abattre les taux de polluants.

Précisions sur la Sécurisation de la partie littorale de la Communauté d'Agglomération de la Narbonnaise

La CAN a fait la demande pour disposer d'un débit complémentaire de 75 l/s (6 500 m³/jour). On a vu que ce débit se situerait en pratique, selon les hypothèses, entre 5 000 et 8 600 m³/jour en période de pointe.

Dans les faits, et hors période de pointe estivale, la CAN pourra bénéficier de débits plus conséquents de sécurisation. Ces périodes hors pointe estivale correspondent aux périodes à risque pour la ressource principale de la CAN (puits de Moussoulens) sensible aux crues de l'Aude.

4.2.3.8 **Détail des usages AEP liés au prélèvement de Réals : la station AEP de Cazouls-les-Béziers**

Cette station a été mise en service en 1969.

Figure 24 : Station de traitement AEP de Cazouls les Béziers

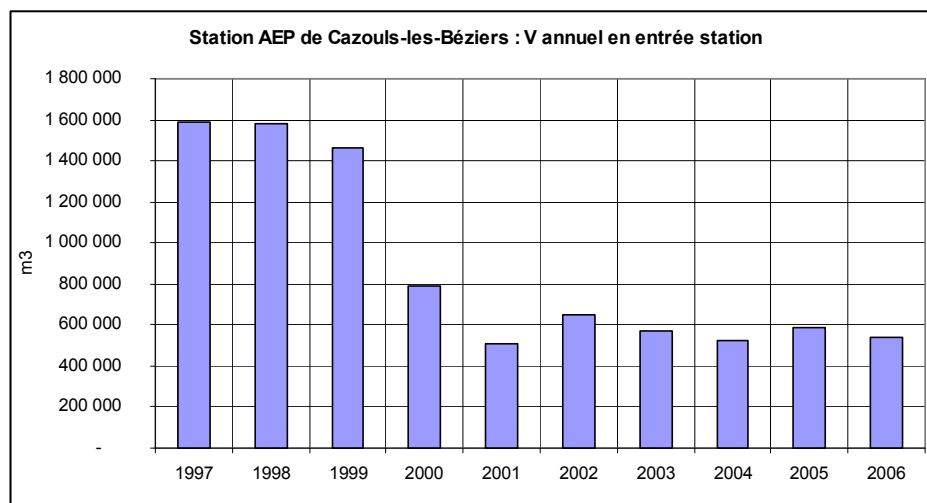


Elle dessert :

- le Syndicat à Vocation Multiple (SIVOM) d'Ensérune,
- la commune de Cazouls-les-Béziers.

Le graphe suivant présente les volumes entrant dans la station depuis 1997 :

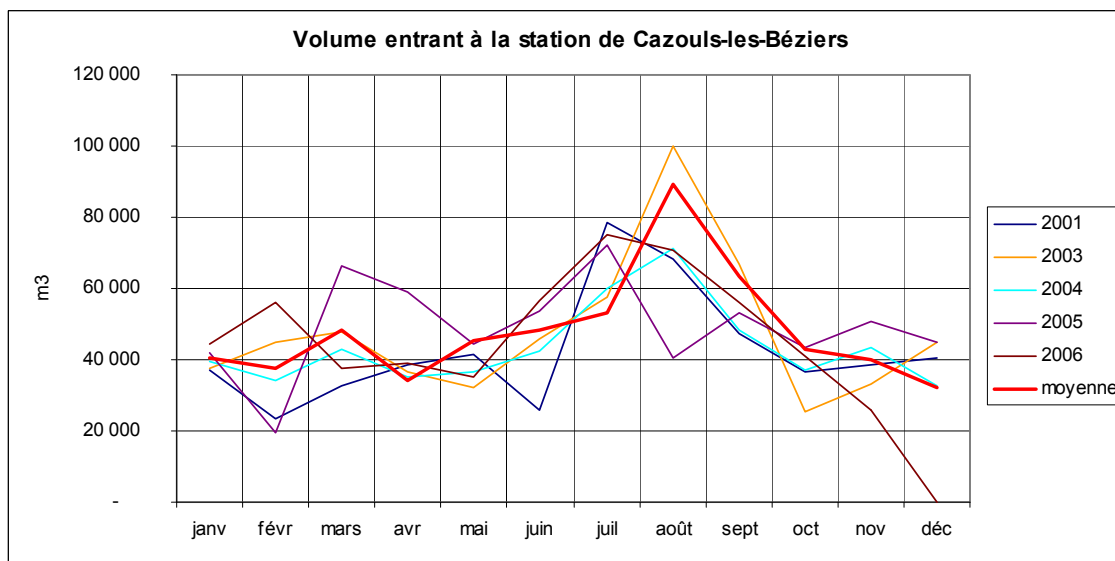
Figure 25 : Station AEP de Cazouls-les-Béziers - V annuel en entrée station



La baisse des volumes correspond à une diminution des achats d'eau par le SIVOM d'Ensérune.

Le graphe ci-après présente les volumes en entrée station au pas de temps mensuel sur les dernières années :

Figure 26 : Débit entrée station de Cazouls-les-Béziers au pas de temps mensuel



Le coefficient de pointe mensuelle est compris entre 1,5 et 2.

En résumé, la station de Cazouls représente un volume de :

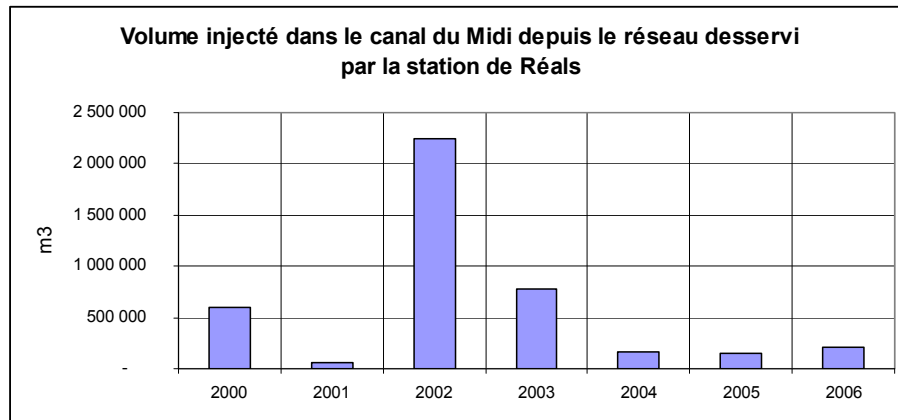
- environ 0,55 Mm³/an, soit un débit fictif continu de 18 l/s,
- environ 0,35 Mm³ sur la période mai à octobre, soit un débit fictif continu de 22 l/s,
- jusqu'à 100 000 m³ le mois de pointe (comme en août 2003), soit un débit fictif continu de 37 l/s

4.2.3.9 Injection de l'eau de l'Orb pompée à Réals dans le canal du Midi

L'eau prélevée à Réals peut servir à alimenter le canal du Midi en compensation des prélèvements réalisés par BRL sur ce canal.

Les deux points d'injection possibles sont le Roubialas et le Malpas. Le graphe suivant présente les volumes injectés ces dernières années. Il reste modeste au regard des autres usages du réseau.

Figure 27 : Station de Réals - Historique des volumes injectés dans le canal du Midi



Cette utilisation a tendance à décroître. BRL privilégie désormais l'utilisation de la réserve de Jouarres pour réaliser ces compensations.

4.2.3.10 Différence entre volume prélevés et volumes utilisés : la question des pertes

On connaît d'une part les volumes prélevés au droit des stations de Réals et Gaujac, on connaît d'autre part les volumes utilisés sur le réseau. La différence entre ces volumes prélevés et consommés est parfois appelé « rendement primaire ».

En théorie ce ratio mesure les pertes, en pratique, les sources d'erreurs de comptage sont nombreuses, particulièrement sur un tel réseau composé essentiellement de points de desserte agricoles. Il s'agit donc d'un indicateur plutôt qu'une mesure effective des pertes.

QUELQUES MOTS SUR LE RÉSEAU

L'eau brute prélevée sur l'Orb via la prise de Réals est refoulée au réservoir de Cazal Viel d'une capacité de 10 000 m³ puis distribuée par « l'adducteur haut service » d'un diamètre 1600 mm.

Au point métrique 4 372 ml, cet adducteur se partage entre une branche Ouest destinée à des périmètres agricoles s'étendant jusqu'au Minervoies, et une branche Sud, canalisation en DN800 de longueur 870 ml environ, puis en DN600 (sur 24 100 ml environ), qui se dirige vers la station de traitement de Puech de Labade. L'alimentation en eau brute de la station de traitement de Puech de Labade est, soit gravitaire, soit partiellement surpressée, suivant les débits transitant dans l'adducteur.

Le linéaire total du réseau est de 482 km.

RATIO VOLUMES DISTRIBUÉS / VOLUMES PRÉLEVÉS

Le tableau suivant indique pour les dernières années la différence (noté « volumes non comptés ») entre volume prélevé et volumes consommés.

Tableau 8 : Réals + Gaujac : ratio volumes distribués / volumes prélevés

(m3)	2001	2002	2003	2004	2005	2006
V pompé Réals + Gaujac	15 863 280	19 086 210	21 022 770	17 817 090	18 579 600	19 003 740
V Irrigation Réals + Gaujac	4 447 299	4 317 864	5 504 856	3 576 933	4 492 657	4 163 002
V EUD+EBG Réals + Gaujac	898 083	838 716	977 672	867 870	1 019 386	1 177 011
V AEP Puech de Labade	5 512 011	5 260 000	5 931 751	5 713 563	5 483 125	6 089 527
VAEP Cazouls	509 244	653 207	573 529	523 253	589 152	537 612
V Canal du Midi	63 600	2 240 820	785 340	158 760	155 520	205 200
V non comptés Réals + Gaujac	4 433 043	5 775 604	7 249 622	6 976 711	6 839 760	6 831 389
1 - V non comptés / V pompé total	72%	70%	66%	61%	63%	64%

Le ratio moyen « volumes comptés aux points de distribution/volume prélevé » sur les 6 années analysées est de **66 %**.

Le volume non compté représente un **volume annuel moyen de 6,3 Mm³**, soit un débit fictif continu sur l'année moyen de 200 l/s.

4.2.4 Station de pompage de Portiragnes

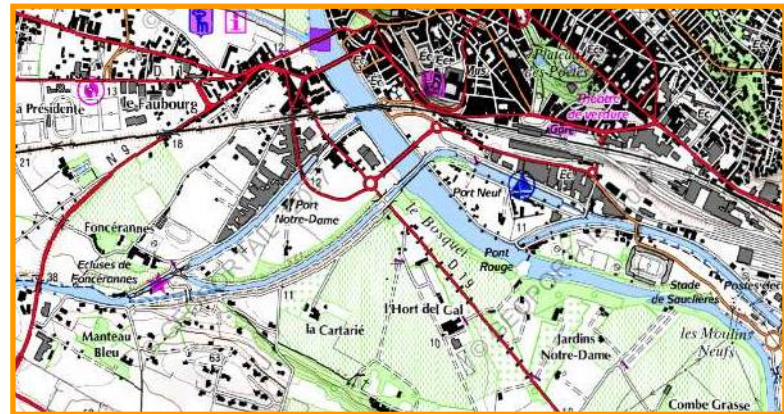
Données sources disponibles (BRL) :

- prélèvement de Portiragnes dans le canal du Midi au pas de temps mensuel de 1990 à 2007,
- prélèvement de Portiragnes dans le canal du Midi au pas de temps hebdomadaire de 2001 à 2007,
- débits souscrits et volumes annuels distribués par usage de 1983 à 2007.

La station a été mise en service en 1961. Elle prélève dans le canal du Midi. Le prélèvement est compensé par une alimentation du canal lors de sa traversée de Béziers au droit du seuil de Pont-Rouge, situé à moins de 15 km à l'amont de l'embouchure de l'Orb.

Ce seuil figure sur la photo ci-dessous. Il se trouve à l'aval du pont-canal permettant le franchissement de l'Orb par le canal du Midi. Depuis le seuil, une branche (ancien tracé du canal du Midi) rejoint le canal du Midi (nouveau tracé) et apporte l'eau prélevée au seuil.

Figure 28 : Réalimentation du canal du Midi par l'Orb dans sa traversée de Béziers (seuil de Pont-Rouge)



Le prélèvement à Pont-Rouge est établi de manière à assurer conjointement la circulation sur le canal du Midi et le prélèvement par la station BRL de Portiragnes.

Historiquement, l'alimentation à Pont-Rouge se faisait par une station de relevage. La construction du seuil permet désormais de s'affranchir de ce pompage, l'alimentation se faisant aujourd'hui gravitairement.

Il est en fait difficile de déterminer la part de la réalimentation à Pont-Rouge liée au prélèvement de Portiragnes : le canal du Midi a un débit non nul avant la réalimentation de Pont-Rouge et ce débit provient principalement de son alimentation en amont par l'Aude (seuil de Villedubert) et ses affluents (Cesse – prise de Mirepeisset, et Orbriel – prise de Trèbes).

A ce stade, on assimilera le prélèvement dans l'Orb au prélèvement de la station de Portiragnes dans le canal du Midi.

Remarque : L'alimentation de la station de Portiragnes par le canal du Midi constituait au départ une solution provisoire. Le réseau lié à Portiragnes devait être à terme alimenté par le canal BRL apportant l'eau du Rhône depuis l'est. La construction du canal s'étant finalement limitée au tronçon Rhône-Montpellier (cf. § sur le contexte historique de la construction du barrage), la station est restée alimentée par le canal du Midi.

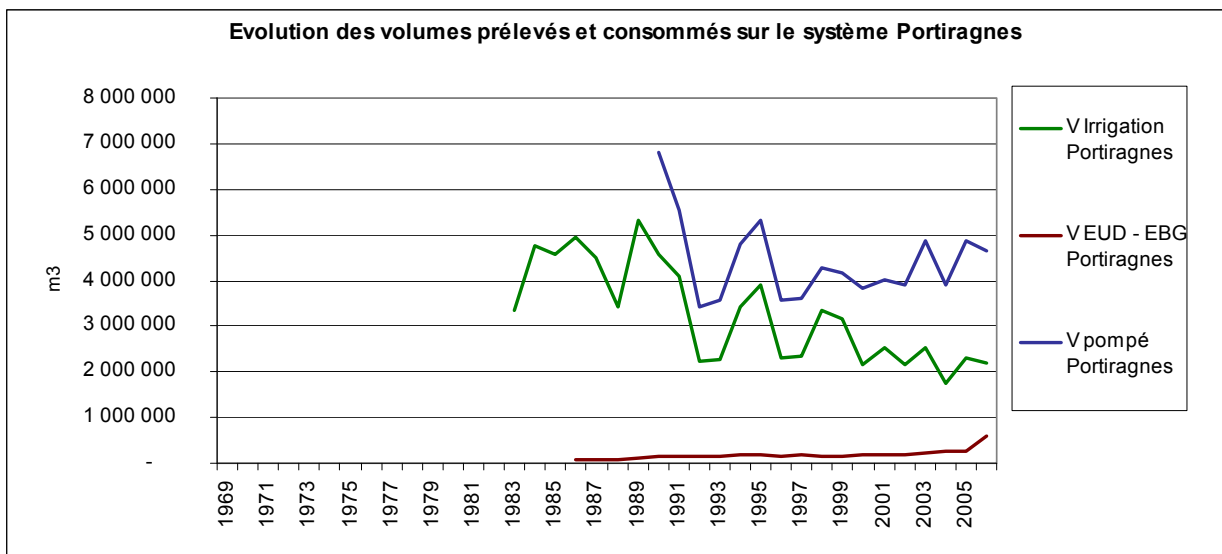
USAGES - HISTORIQUE DES DÉBITS SOUSCRITS ET DES VOLUMES PRÉLEVÉS

La station de Portiragnes alimente un **réseau sous pression desservant de l'eau à des bornes à vocation agricole et EUD** : irrigation des secteurs **A1, A2, A3, C1, M1, R1, R2, T1 et V9** du casier 5 de la concession régionale.

La **superficie équipée est de 5 650 ha**. La **superficie irriguée s'élève à 2 900 ha**. Les cultures pratiquées sont la vigne, le maraîchage et les grandes cultures.

Le graphe suivant représente l'évolution du volume annuel prélevé et du volume consommé aux bornes aux points de desserte agricoles et EUD. Ces dernières années, le volume annuel prélevé s'étend entre 4 et 5 Mm³.

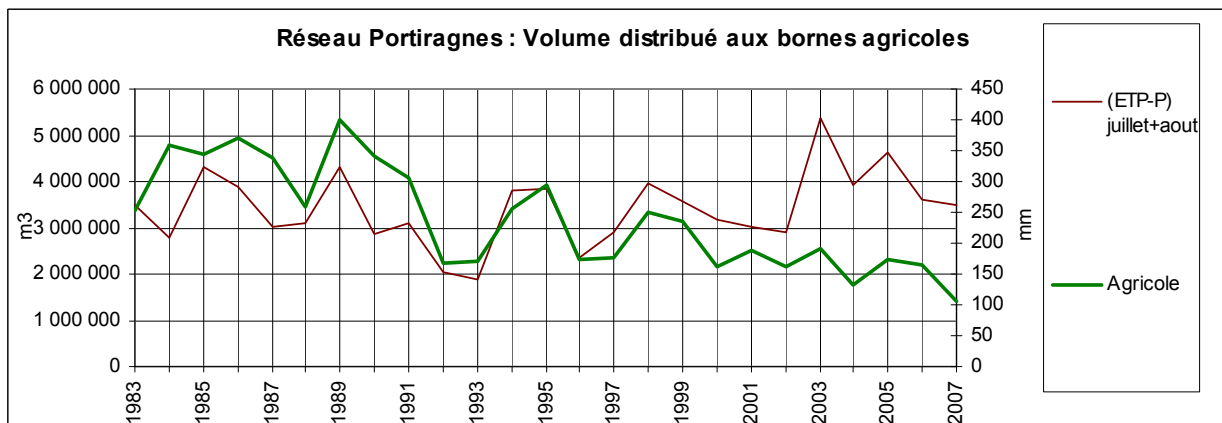
Figure 29 : Station de Portiragnes - Historique du volume annuel prélevé et des volumes distribués



On note que le prélèvement a connu **une baisse importante en lien avec la baisse des consommations agricoles**, non compensée par la hausse des consommations EUD.

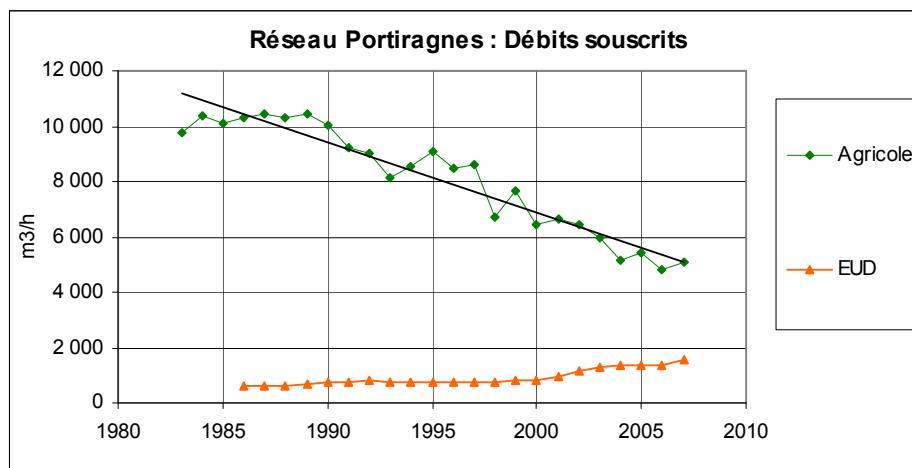
Le graphe ci-dessous met en parallèle les consommations agricoles et le déficit hydrique. Il montre bien que ce dernier explique les variations interannuelles. Il met également en évidence la baisse tendancielle, au-delà de ces variations, des consommations agricoles, la courbe verte se « décollant » progressivement de la courbe du déficit.

Figure 30 : Station de Portiragnes - Historique du volume distribué aux bornes agricoles - Lien avec le déficit hydrique



Le graphe suivant montre l'évolution des débits souscrits depuis 1983 : baisse des souscriptions agricoles et hausse des souscriptions EUD.

Figure 31 : Station de Portiragnes - Historique des débits souscrits pour l'usage agricole

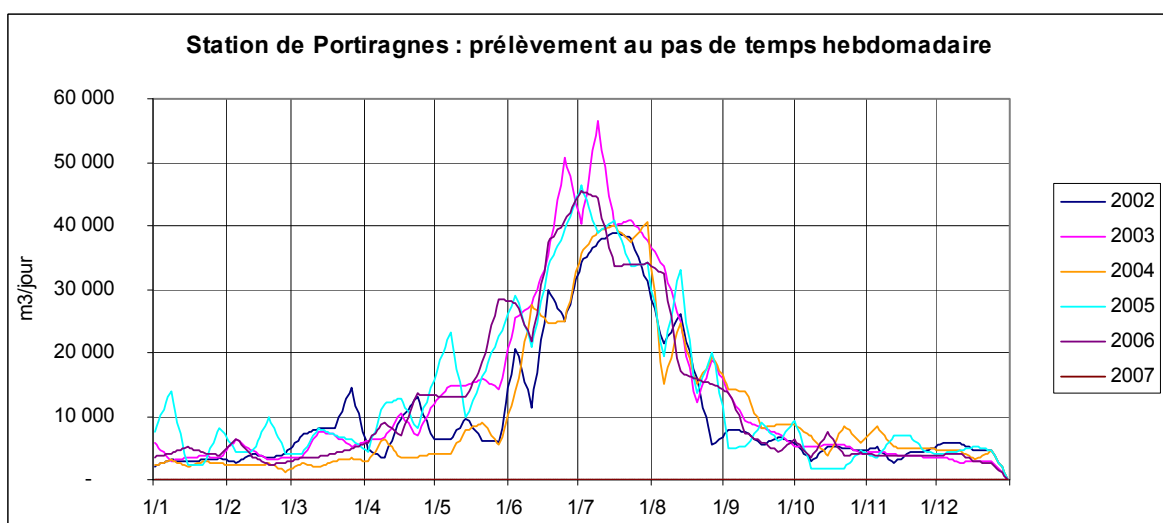


NB : on retrouve le « creux » de 1992-1993 déjà explicité pour les autres secteurs.

PRÉLÈVEMENT SUR L'ANNÉE

Le graphe suivant montre la variation du débit prélevé au cours de l'année à la station de Portiragnes.

Figure 32 : Station de Portiragnes - Prélèvement au pas de temps hebdomadaire (2002 à 2007)



Le prélèvement se concentre essentiellement entre le 15 juin et le 15 août.

En résumé, la station de **Portiragnes** représente (en année sèche type 2003) un prélèvement de :

- environ 4,8 Mm³/an, soit un débit fictif continu de moins de 130 l/s.
- pratiquement tout ce prélèvement se fait sur la période mai-octobre, soit un débit fictif continu de 250 l/s,
- jusqu'à 1,3 Mm³ le mois de pointe (comme en juillet 2003), soit un débit fictif continu de 490 l/s,
- jusqu'à 55 000 m³/jour le jour moyen de la semaine de pointe, soit un débit de 640 l/s,
- jusqu'à 85 000 m³/jour en jour de pointe, soit un débit de près de 1000 l/s.

RATIO VOLUMES DISTRIBUÉS / VOLUMES PRÉLEVÉS

Le tableau suivant indique pour les dernières années la différence (noté « volumes non comptés ») entre volume prélevé et volumes consommés.

Tableau 9 : Portiragnes : ratio volumes distribués / volumes prélevés

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
V pompé Portiragnes	6 798 420	5 554 680	3 408 823	3 586 260	4 802 000	5 337 000	3 589 500	3 591 000	4 276 620	4 157 260	3 825 006	4 008 600	3 906 000	4 858 200	3 901 500	4 861 800	4 636 800
V Irrigation Portiragnes	4 559 178	4 096 046	2 229 466	2 285 046	3 406 928	3 922 426	2 318 835	2 337 640	3 347 263	3 149 749	2 146 503	2 520 199	2 155 707	2 542 397	1 759 364	2 297 465	2 212 761
V EUD - EBG Portiragnes	149 133	165 096	135 040	165 286	182 051	182 521	151 773	174 528	164 200	153 010	174 774	173 204	201 083	225 307	249 632	262 271	582 741
V non comptés	2 090 109	1 293 538	1 044 317	1 135 928	1 213 021	1 232 053	1 118 892	1 078 832	765 157	854 501	1 503 729	1 315 197	1 549 210	2 090 496	1 892 504	2 302 064	1 841 298
1 - V non comptés / V pompé TOTA	69%	77%	69%	68%	75%	77%	69%	70%	82%	79%	61%	67%	60%	57%	51%	53%	60%

Le ratio moyen « volumes comptés aux points de distribution/volume prélevé » sur la période 1990-2006 est de **67 %**.

Le volume non compté représente un **volume annuel moyen de 1,4 Mm³**, soit un débit fictif continu sur l'année moyen de 44 l/s.

4.2.5 Prospective pour les besoins liés potentiellement au système de la concession régionale

4.2.5.1 Rappel sur les besoins futurs AEP

Besoins liés à la station de Puech de Labade :

On a retenu à ce stade pour les besoins futurs, **une fourchette** : l'hypothèse « dossier DUP » en hypothèse basse et l'hypothèse « CG11 » en hypothèse haute. Le **besoin supplémentaire sur le système Puech de Labade à l'horizon 2030** (en entrée station) serait ainsi, à rendements et comportements constants, de :

- 1,3 à 2,4 Mm³/an,
- **0,8 à 1,5 Mm³/an** sur la période mai à octobre,
- 4 400 à 7 900 m³/jour en débit journalier de pointe.

4.2.5.2 Prospective sur les besoins agricoles – périmètres existants

Comme évoqué dans l'étude d'opportunité d'Aqua Domitia, sur les zones déjà équipées en réseaux collectifs : la demande agricole ne devrait pas augmenter, voire diminuer.

Les projets de développement de l'irrigation (en particulier de la vigne) devraient être compensés par la réduction des surfaces cultivées (érosion de la SAU, difficultés des fruits et légumes).

4.2.5.3 Prospective sur les besoins agricoles – nouvelles zones potentielles

L'étude d'opportunité d'Aqua Domitia a distingué trois zones de développement potentiel de l'irrigation. O cite ci-après les conclusions de l'étude :

- *la zone « Vendres »*. Cette zone est située au nord de l'étang de Vendres. Les hypothèses tablent sur un développement de l'irrigation sur les surfaces suivantes : 300 ha de vigne, 15 ha d'oliviers, 20 ha de fourrage, 10 ha de maraichage et 30 ha de grandes cultures. Selon le développement effectif de l'irrigation (incertitude sur les souscriptions à terme), le besoin en eau associé pourrait s'élever à un volume compris entre **0,2 et 0,4 Mm³/an (70 à 140 l/s en débit de pointe)**.
- *la zone « nord est Béziers »* (zone centrée sur la vallée du Libron) : la profession agricole exprime un fort besoin de développement de l'irrigation.
Une enquête, commandée par les groupements de producteurs de l'Occitane et du Val d'Orbieu, a été réalisée par l'ADASEAH et la Chambre d'Agriculture de l'Hérault. Il en ressort que près de 60% des exploitants souhaitent irriguer plus de 50% de leur SAU afin de régulariser les rendements (70% des exploitants) et améliorer la qualité de la production (53%). Les superficies à irriguer s'étendraient ainsi sur près de 2200 ha (soit environ 50% de la SAU des 130 exploitations concernées). Il s'agirait à plus de 80% d'irrigation localisée, principalement sur de la vigne (hypothèses : 1275 ha de vigne, 20 ha maraichage, 20 ha de grandes cultures).
Selon le développement effectif de l'irrigation (incertitude sur les souscriptions à terme), le besoin en eau associé pourrait s'élever entre **0,55 et 1,1 Mm³/an et 180 à 360 l/s en jour de pointe**.
- *la zone « nord ouest Béziers » (St Chignanais)*. On assiste là aussi à l'émergence d'une demande en eau pour irriguer la vigne. La zone n'a pas fait l'objet d'approche détaillée. On a estimé pour mémoire l'ordre de grandeur de la demande potentielle à la fourchette **0,75 – 1,5 Mm³/an (250 à 500 l/s en pointe)** pour irriguer environ 2000 ha de vignes. »

A ce stade, le besoin agricole nouveau potentiel identifié s'élève donc au total entre 1,5 et 3 Mm³/an.

4.2.5.4 Prospective sur les besoins EUD

Les besoins en eau de la zone « Grand biterrois » pourraient être desservis à terme par une eau non potable (irrigation espaces verts publics ou privés, ...). Ils ont été identifiés à partir d'enquêtes auprès des communes. Une part des prélèvements viendraient en substitution de prélèvements sur les réseaux d'eau potable, d'autres seraient générés par l'apport d'une telle ressource.

La somme de la demande potentielle identifiée sur la zone atteint :

- **1,8 Mm³/an**, dont 1,3 Mm³ substituables aux prélèvements AEP,
- **1,55 Mm³ sur la période mai à octobre**, dont 1,1 Mm³ substituables aux prélèvements AEP,
- **27 300 m³/j** en jour de pointe,
- **540 l/s** en débit de pointe instantané.

4.3 LES AUTRES PRÉLÈVEMENTS POUR L'IRRIGATION

Les réseaux gérés par des Associations Syndicales Autorisées ou par des privés

Ces prélèvements se situent principalement dans le Haut Bassin (Orb, Mare), sur le Jaur et sur le Vernazobre. Le SDVMA de l'Hérault recense 31 ouvrages de dérivation ayant pour vocation l'irrigation de cultures, de prairies ou l'arrosage de jardins privés.

Le document « SMVO - Contexte du Contrat de rivière Orb 2005 - 2010 » présente la synthèse suivante pour ces prélèvements :

Secteurs du bassin de l'Orb	Ouvrages de dérivation	Prélèvements directs et forages
Haut bassin, jusqu'à la confluence avec le Jaur	17 ouvrages de dérivation ; une dizaine d'ASA : canal de la Gloriette, canal de Jaumes, canal de la Bastide, canal de Valence, canal de Boubals, canal de la plaine des Aires, canal de la Tour-sur-Orb	4 prélèvements directs (dispositifs mobiles)
Jaur	13 ouvrages de dérivation fonctionnels	Nombreux prélèvements directs pour usage privé dans les traversées d'agglomérations
Moyenne et basse vallée de l'Orb	1 ouvrage de dérivation (chaussée de Roquebrun), géré par l'ASA des canaux de St André	Pompages mobiles pour arrosage de vignes dans le secteur de Lugné ; pompages directs ou captages en nappe dans la plaine de Béziers

Les données disponibles pour évaluer les prélèvements de ces structures sont faibles. Les données Agence de l'Eau disponibles font état d'un prélèvement global de 550 000 m³. Ce chiffre est à prendre avec beaucoup de précautions. Il s'agit en fait le plus souvent de système gravitaire difficiles à appréhender.

On peut retenir l'idée maîtresse que **ces systèmes peuvent avoir des enjeux forts localement**, en particulier pour les affluents de l'Orb (Mare, Jaur, Vernazobre). Ils ont d'ailleurs faits l'objet d'études spécifiques ces dernières années pour chercher à réduire leur impact. **A l'échelle du bassin versant, on verra que ces systèmes ont poids plus faible au regard des autres prélèvements.**

Afin de préciser ces besoins, une analyse a été effectuée à l'aide des surfaces irriguées connues et du type de culture rencontrées. Les données fournies ci après proviennent en partie de l'étude Ginger en cours de réalisation.

Trois catégories de cultures ont été retenues : Vigne, agricole et jardin.

Pour chaque tronçon modélisé, les surfaces irriguées pour chacun de ces types ont été recherchées, les résultats sont les suivants :

	amont Hérépian	BV de la Mare	plaine de l'Orb entre Hérépian et le Jaur	BV du Jaur	entre le Jaur et le Vernazobre	BV du Vernazobre
superficie agricole (ha) :	93	17	77	37	1	8
superficie vigne (ha) :	17	1	20	0	6	34
superficie jardin (ha) :	0	45	0	5	0	47

La consommation nette de ces cultures à l'échelle des bassins versant et la suivante (m³/Ha) :

mois :	agricole	vigne	jardin
6	863	188	881
7	2 300	500	2 350
8	1 725	375	1 763
9	863	188	881

Cette consommation tient compte du besoin des plantes et des pertes dans les réseaux (choisie à 125%).

Afin de moduler ces consommations au cours du temps, l'évolution des surfaces irriguées du RGA a été utilisée.

année	surface irriguées (Ha)
2000	42 984
1988	43 333
1979	46 845

Les coefficients suivants ont été utilisés :

année	amont Hérépian	BV de la Mare	plaine de l'Orb entre Hérépian et le Jaur	BV du Jaur	entre le Jaur et le Vernazobre	BV du Vernazobre
1968	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09
1969	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09
1970	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09
1971	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09
1972	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09
1973	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09
1974	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09
1975	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09
1976	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09
1977	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09
1978	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09
1979	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09
1980	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08
1981	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07
1982	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06
1983	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
1984	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03
1985	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02
1986	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
1987	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
1988	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
1989	1	1	1	1	1	1
1990	1	1	1	1	1	1
1991	1	1	1	1	1	1
1992	1	1	1	1	1	1
1993	1	1	1	1	1	1
1994	1	1	1	1	1	1
1995	1	1	1	1	1	1
1996	1	1	1	1	1	1
1997	1	1	1	1	1	1
1998	1	1	1	1	1	1
1999	1	1	1	1	1	1
2000	1	1	1	1	1	1
2001	1	1	1	1	1	1
2002	1	1	1	1	1	1
2003	1	1	1	1	1	1
2004	1	1	1	1	1	1
2005	1	1	1	1	1	1
2006	1	0.49	1	1	1	1
2007	1	0.49	1	1	1	1

Il est à noter que ces coefficients tiennent compte seulement de l'évolution des surfaces irriguées et pas de la climatologie, ils permettent donc de trouver une estimation moyenne traduisant les prélèvements mais pas précisément les besoins de chaque année.

Pour une année type 2006, ces besoins représenteraient donc environ 2 Mm³ pendant l'été.

4.4 LES AUTRES PRÉLÈVEMENTS POUR L'AEP

En dehors du prélèvement de Réals, les principaux prélèvements pour l'AEP sur le bassin sont ceux de la CABM. Cependant il existe de nombreux autres prélèvements réalisés dans l'Orb, ses sources ou sa nappe alluviale pour l'AEP

On traitera successivement :

- l'ensemble des prélèvements AEP hors CABM utilisant l'Orb ou sa nappe,
- les prélèvements de la CABM.

4.4.1 Ensemble des communes hors CABM utilisant l'Orb ou sa nappe

Données source :

- *Données issues des fichiers Redevance de l'Agence de l'Eau,
Les données en ligne sont disponibles au seul pas de temps mensuel. Nous les avons complétées par un relevé manuel des volumes mensuels auprès des services de l'Agence de l'Eau.*
- *Données issues de l'étude de définition des débits d'étiage de référence en cours de Réalisation*

RÉTROSPECTIVE

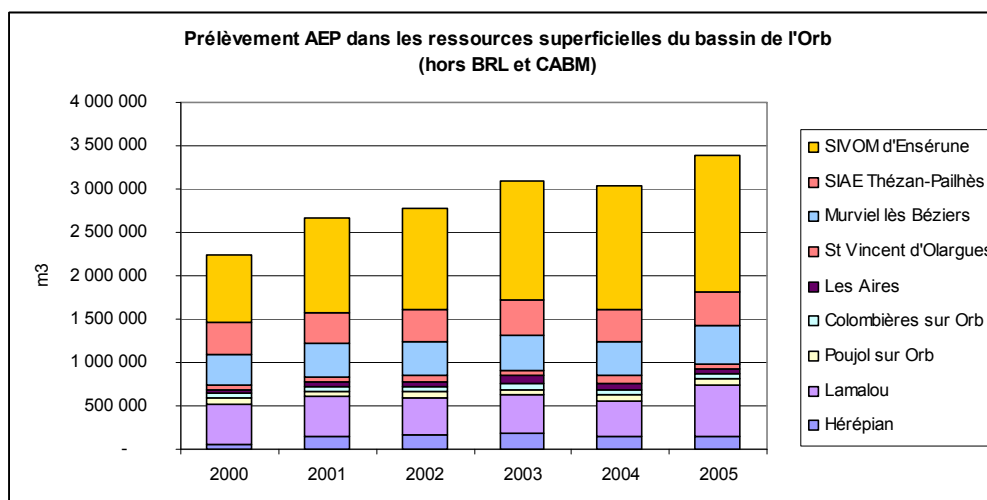
Le tableau suivant présente une synthèse des volumes annuels prélevés dans l'Orb, ses sources ou sa nappe ces dernières années par les différents maîtres d'ouvrage considérés (les prélèvements dans la nappe astienne n'ont pas été pris en compte) :

Tableau 10 : Prélèvements AEP dans les ressources superficielles ou alluviales du bassin de l'Orb (hors BRL et hors CABM) en m³/s

mois	Aep + indus amont Herepian	Aep BV de la Mare	Aep secteur de Lamalou	Aep BV du Jaur (dont st vincent d'olargues)	Aep secteur de Vieussan	Aep BV du Vernazobre	Aep secteur de Cessenon (retour)	Aep amont bezier (hors reals) = Thezan+Mur viel +retour	Sivom Ensérune	Aep bezier (hors CABM)	Aep aval Bezier (retour)
1	0.024	0.045	0.019	0.022	0.005	0.020	- 0.003	0.016	0.051	- 0.003	- 0.053
2	0.024	0.045	0.019	0.022	0.005	0.020	- 0.003	0.016	0.048	- 0.003	- 0.053
3	0.026	0.050	0.021	0.024	0.005	0.022	- 0.004	0.017	0.041	- 0.003	- 0.058
4	0.025	0.048	0.020	0.023	0.005	0.021	- 0.004	0.016	0.045	- 0.003	- 0.056
5	0.030	0.056	0.023	0.027	0.006	0.025	- 0.004	0.019	0.054	- 0.004	- 0.066
6	0.037	0.071	0.030	0.034	0.008	0.031	- 0.005	0.025	0.060	- 0.005	- 0.083
7	0.042	0.080	0.033	0.039	0.008	0.035	- 0.006	0.028	0.058	- 0.005	- 0.093
8	0.036	0.069	0.029	0.033	0.007	0.030	- 0.005	0.024	0.058	- 0.005	- 0.081
9	0.033	0.063	0.026	0.030	0.007	0.028	- 0.005	0.022	0.053	- 0.004	- 0.073
10	0.028	0.054	0.022	0.026	0.006	0.024	- 0.004	0.019	0.045	- 0.004	- 0.063
11	0.028	0.054	0.022	0.026	0.006	0.024	- 0.004	0.019	0.043	- 0.004	- 0.063
12	0.026	0.050	0.021	0.024	0.005	0.022	- 0.004	0.017	0.046	- 0.003	- 0.058

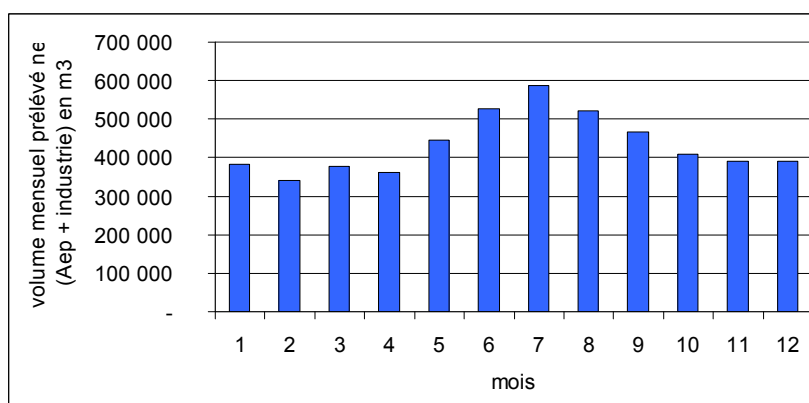
A l'aide des données de l'Agence de l'eau, on peut noter une augmentation des prélèvements ces dernières années, en particulier pour le SIVOM d'Ensérune (avec en contrepartie une diminution des achats d'eau à BRL), comme illustré sur le graphe suivant.

Figure 33 : Prélèvements AEP dans les ressources superficielles ou alluviales du bassin de l'Orb (hors BRL et hors CABM)



Le prélèvement total net sur le bassin s'élève à environ 5,2 Mm³, soit un débit fictif continu d'environ 165 l/s.

La répartition du prélèvement AEP total (pour l'ensemble des maîtres d'ouvrage considérés dans ce §) observée est la suivante :



Le débit de pointe est atteint en juillet avec environ 12% du prélèvement annuel, soit environ 585 000 m³, soit un débit fictif continu mensuel de 220 l/s.

En résumé, les **prélèvements nets AEP autres que BRL et CABM** représentent un prélèvement de :

- environ 5.2 Mm³/an, soit un débit fictif continu de moins de 165 l/s.
- sur la période mai-octobre, le prélèvement est de 57% du prélèvement annuel, soit un débit fictif continu de 190 l/s,
- jusqu'à 0,58 Mm³ le mois de pointe, soit un débit fictif continu de 220 l/s.

4.4.2 Communauté d'Agglomération Béziers Méditerranée

Les documents de référence sont :

- CABM – Schéma directeur d'eau potable – 2004 – SOGREAH,
- SMETA – Schéma d'alimentation en eau de la nappe astienne – 2006 – BRLi.
- SMVO – étude DER – 2009 - Ginger

La nappe alluviale de l'Orb représente 85% des ressources de la CABM. Afin de cerner les enjeux présents et futurs de cette ressource pour cette agglomération, on évoquera également les trois autres ressources utilisées : nappe astienne, nappe alluviale de la Thongue, nappe du Libron.

4.4.2.1 Zone et population desservie

La CABM, créée en janvier 2002, regroupe 13 communes situées à l'ouest du département de l'Hérault : Bassan, Béziers, Boujan-sur-libron, Cers, Corneilhan, Espondeilhan, Lieuran-les-Béziers, Lignan-sur-Orb, Sauvian, Sérignan, Servian, Valras, Villeneuve-les-Béziers.

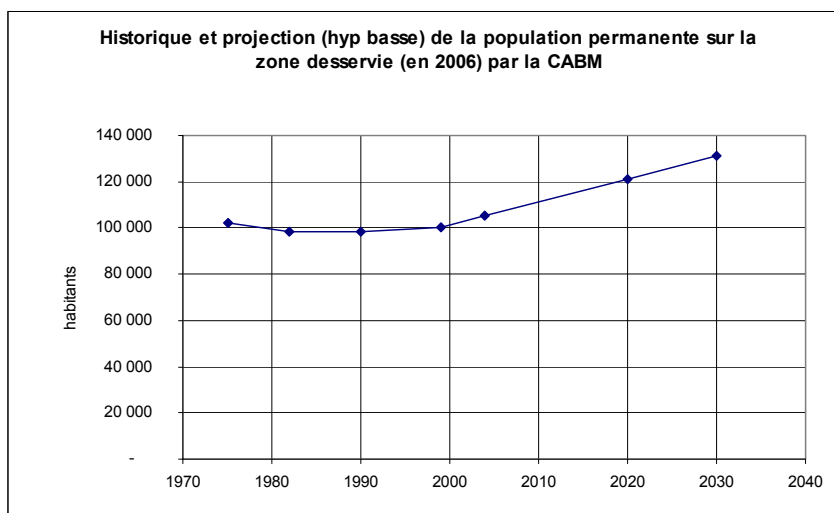
Entre autres compétences, elle assure pour ces communes la production et la distribution d'eau potable.

NB : La commune d'Espondeilhan, bien que faisant partie de la CABM, est desservie par le Syndicat Intercommunal d'Adduction d'Eau de la Vallée de l'Hérault. Elle n'est donc pas intégrée dans le développement présenté ici.

Le territoire de la CABM sans Espondeilhan regroupe **105 400 habitants permanents** (2004).

Cette population était de **102 000 habitants en 1975**. La zone a connu pendant près de 30 ans une **stagnation démographique, voire même une régression** (98 700 habitants en 1982 et en 1990, 100 400 en 1999).

Le graphe ci-après présente l'évolution passée et projetée (hypothèse basse de la présente étude) de la population sur le territoire desservi actuellement par la CABM.



On estime qu'en saison estivale, **la population totale de la zone est multipliée par 1,6.**

4.4.2.2 Ressources utilisées

La CABM comprend **16 sites de production** sollicitant diverses ressources :

- la nappe de l'Orb,
- la nappe astienne,
- la nappe alluviale de la Thongue,
- la nappe du Libron.

Elle achète également de l'eau à des syndicats voisins (cela représente moins de 2% de ses ressources).
Le tableau suivant détaille l'origine de l'eau :

Tableau 11 : Origine de l'eau par commune (tableau extrait du Schéma Directeur de la CABM)

Commune	Origine de l'eau	Nom ressource	production en 2003 (ou achat d'eau)	% de la production totale en 2003	Vulnérabilité	Facteurs de vulnérabilité
Béziers	Alluvions de l'Orb	Carlet	10 191 347	86,8%	forte	Faible profondeur de la nappe, couverture peu imperméable aux polluants chimiques, drainage du cours d'eau, captages en zones inondables, présence d'infrastructures et de zones d'habitat, cultures, parcours sportif de Tabarka, assainissements autonomes (Carlet/Rayssac), présence de puits non rebouchés et d'ouvrages souterrains, seuils pour maintenir le niveau d'eau
		Rayssac			forte	
		Tabarka			forte	
		Plaine St Pierre	non exploité			
		Champ de la Barque	projet			
Sauvian	Astien	Horts Vieils	66 120	0,6%	faible	Epaisse couche peu perméable protégeant la ressource. Biseau salé
Sérignan	Astien	Vistoule	245 511	2,1%	faible	Epaisse couche peu perméable protégeant la ressource. Biseau salé
Servian	Alluvions de la Thongue et Pliocène continental	la Thongue	354 873	3,0%	forte	Relation entre la ressource et la nappe superficielle, présence de puits et d'une galerie non obturés (étanchéité ?), situation du puits en zone inondable
	Astien et Pliocène continental	ZAC Baume	16 942	0,1%	faible	Forage au milieu d'entreprises. Grande épaisseur au- dessus aquifère, peu perméable
Valras	Astien	Forages de la nappe astienne	115 054	1,0%	faible	Biseau salé. Grande épaisseur au- dessus aquifère, peu perméable
Villeneuve	Astien	Forages de la nappe astienne	329 358	2,8%	faible	Grande épaisseur au- dessus aquifère, peu perméable
Bassan	Nappe du Libron	Puits Rousset	129 100	1,1%	forte	Alimentation de la nappe par le cours d'eau fortement dégradé, activités agricoles et crue ou pollution du Libron, infrastructures, filtration insuffisante des polluants chimiques, effondrement du niveau de la nappe en amont
Cers	Astien	Port Soleil	147 477	1,3%	faible	Grande épaisseur au- dessus aquifère, peu perméable
Lieuran	Nappe du Libron	Peyralles	142 406	1,2%	forte	Alimentation de la nappe par le cours d'eau fortement dégradé, activités agricoles et crue ou pollution du Libron, infrastructures, filtration insuffisante des polluants chimiques, effondrement du niveau de la nappe en amont
Corneilhan		achat au syndicat Thézan/Corneilhan/Pailhès	159 014 (2002)			
Espondeilhan		achat au syndicat de la Vallée de l'Hérault	54 877			
TOTAL			11 738 188	100%		

Nota : la production des ressources liées à l'Astien ont été réduites en 2003, à la demande du SMETA

La nappe de l'Orb représente, avec plus de 10 Mm³/an, plus de 85 % des ressources de la CABM (données 2003). Cette ressource alimente les communes suivantes : Béziers, Boujan sur Libron, Lignan sur Orb, Sauvian, Sérignan et Valras Plage. En 2006 et 2007 les prélèvements étaient de l'ordre de 9 Mm³/an

Détaillons les différents prélèvements par ressource.

PRÉLÈVEMENTS BRUTS CABM : NAPPE ALLUVIALE DE L'ORB

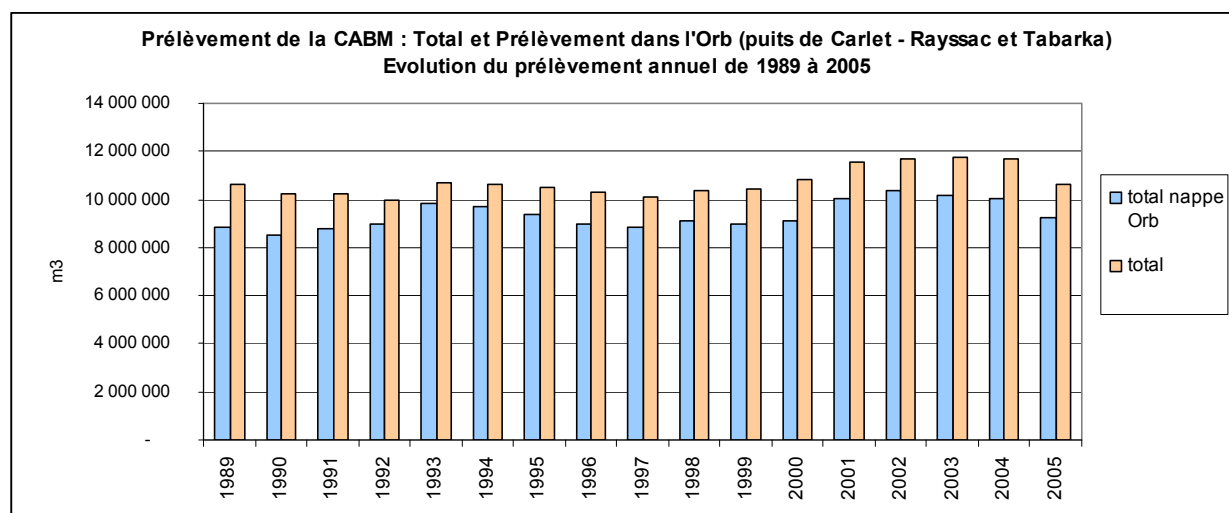
Les points de prélèvements de la CABM dans la nappe alluviale de l'Orb sont les suivants :

- le champ captant de Carlet (8 puits),
- le Site de Rayssace (3 puits),
- le site de Tabarka (1 puits à drain rayonnant),
- un forage dans la Plaine St Pierre qui possède une DUP, mais n'est actuellement pas exploité.

Il existe par ailleurs un projet de captage dans le champ de la Barque, en amont du site de Tabarka.

Le graphe suivant présente l'évolution de ces prélèvements sur la nappe alluviale de l'Orb depuis 1987. Ces prélèvements sont mis en regard du prélèvement total de la CABM.

Figure 34 : Évolution du prélèvement brut annuel total de la CABM et de son prélèvement brut dans l'Orb (puits de Carlet, Rayssac et Tabarka) de 1989 à 2005



Source : fichier prélèvement de l'AERMC – graphe BRLi

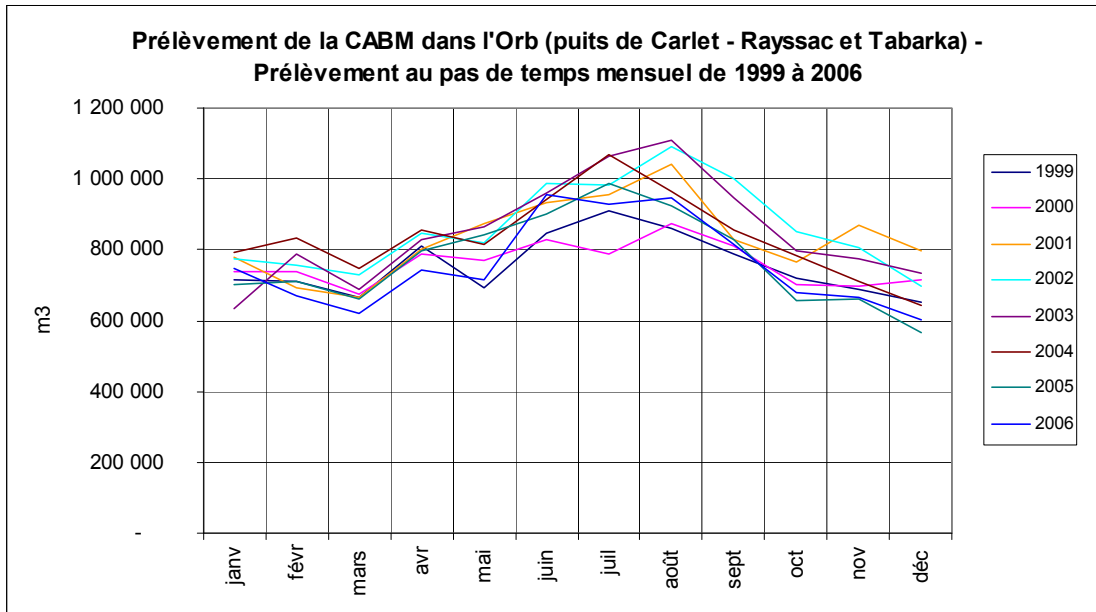
Le graphe souligne l'importance de la ressource Orb pour la zone.

La relative stabilité du prélèvement sur les 20 dernières années est à mettre en lien avec la stabilité démographique sur le territoire soulignée plus haut. Les années 2006 et 2007 (hors graphique) ont été très proches de 2005 en termes de quantité prélevées.

L'augmentation du prélèvement dans la nappe de l'Orb à partir de 2001 correspond à une réduction des prélèvements dans la nappe astienne avec un report sur la ressource Orb. (voir plus bas le graphe sur les prélèvements dans la nappe astienne). La relative baisse à partir de 2003 serait due à une diminution des ratios de consommation.

Le graphe suivant présente le prélèvement au pas de temps mensuel sur les 6 dernières années. Il met en évidence la pointe estivale :

Figure 35 : Prélèvement de la CABM dans l'Orb (puits de Carlet - Rayssac et Tabarka) au pas de temps mensuel de 1999 à 2006



Données : CABM – Graphe BRLi

Le coefficient de pointe mensuelle est de l'ordre de 1,3 (1,28 en moyenne sur les 4 dernières années).

En résumé, le **prélèvement brut de la CABM dans l'Orb** représente un prélèvement de :

- environ 10 Mm³/an en 2003 et de 9 Mm³/an en 2006, soit un débit fictif continu de 320 l/s en 2003.
- environ 5,5 Mm³/an la période mai-octobre en 2003, soit un débit fictif continu de 350 l/s,
- jusqu'à 1,1 Mm³ le mois de pointe (comme en août 2003), soit un débit fictif continu de 410 l/s.

PRÉLÈVEMENTS NET CABM : ORB

Les retours dans l'Orb ont été estimés à 18000 m³/j en pointe alors que le prélèvement dans la nappe alluviale de l'Orb était de 30400 m³/j, on peut donc en déduire un ratio de retour de l'ordre de 59%.

Les simulations réalisées se basent sur une année type (2006). Pour cette année là les prélèvements nets estimés de la CABM sont :

Le **prélèvement net de la CABM dans l'Orb** représente un prélèvement de :

- environ 3.7 Mm³/an (2006), soit un débit fictif continu de 120 l/s.
- environ 2.0 Mm³/an la période mai-octobre (2006), soit un débit fictif continu de 130 l/s,
- jusqu'à 0.45 Mm³ le mois de pointe (comme en août 2003), soit un débit fictif continu de 170 l/s.

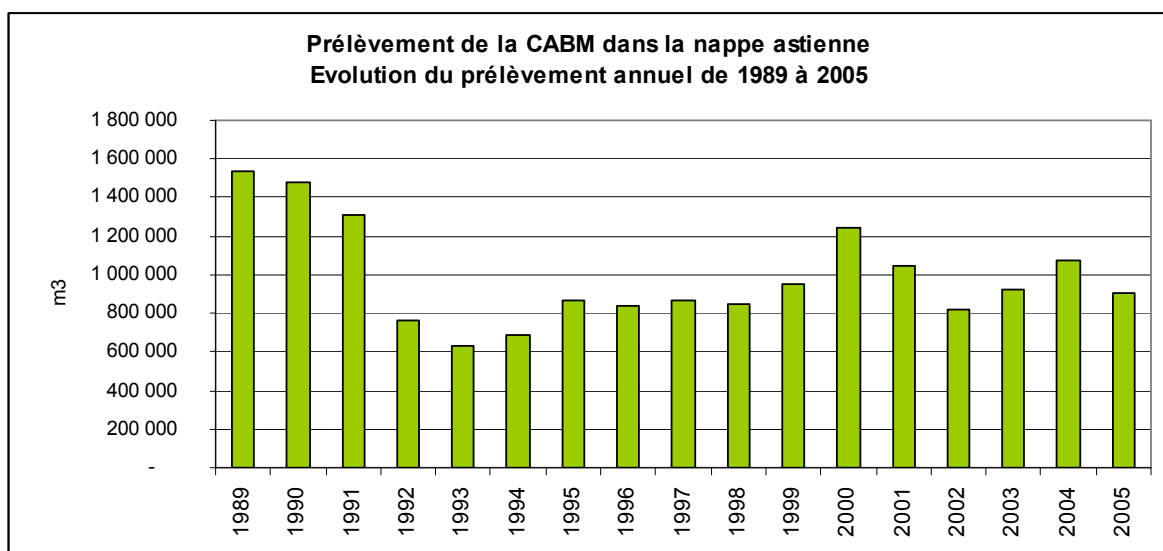
PRÉLÈVEMENTS BRUTS CABM : NAPPE ASTIENNE

Les points de prélèvements sont :

- forages de Port Soleil et du Moulin (communes de Cers),
- forage de Horts Viels (communes de Sauvian),
- forages F2 et F3 de la Vistoule (Sérignan),
- forages du château d'eau, de la Récanette et du Casino pour la commune de Valras-Plage,
- forages Station et de la Gare pour la commune de Villeneuve-les-Béziers,
- forage de la ZAE de la Baume (commune de Servian).

Le graphe suivant présente l'évolution de ces prélèvements sur l'Orb depuis 1987 :

Figure 36 : Évolution du prélèvement brut annuel de la CABM dans la nappe astienne de 1989 à 2005



Source : fichier prélèvement de l'AERMC – Graphe BRLi

On note la diminution des prélèvements à partir de 2000 soulignée plus haut. Les fortes valeurs des années 1989 à 1991 restent à expliquer (ces trois années ont eu une pluviométrie très sèche mais est ce la seule explication ?)

PRÉLÈVEMENTS BRUTS CABM : NAPPE ALLUVIALE DU LIBRON

Le volume prélevé par la CABM dans la nappe alluviale du Libron s'est élevé à 270 000 m³ en 2003.

Les points de prélèvements sont les suivants :

- captage de Peyralles en rive gauche du Libron, qui alimente la commune de Lieuran-les-Béziers,
- puits du Rousset en rive gauche, pour la commune de Bassan.

PRÉLÈVEMENTS BRUTS CABM : NAPPE ALLUVIALE DE LA THONGUE (AFFLUENT DE L'HÉRAULT)

Le volume prélevé par la CABM dans la nappe alluviale de la Thongue s'est élevé à 355 000 m³ en 2003. Il existe un prélèvement unique dans cette ressource, pour la commune de Servian.

IMPORTS / EXPORTS

La CABM fait appel à des ressources d'autres collectivités :

- comme déjà indiqué, la commune d'Espondeilhan est alimentée par la Syndicat de la vallée de l'Hérault (puits sur la Boyne et l'Hérault, sur la commune de Cazouls d'Hérault),
- la commune de Corneilhan est alimentée par le Syndicat Thézan Pailhès (2 puits dans la nappe alluviale de l'Orb),
- la zone d'activité de Béziers Ouest (ZABO) est alimentée par un achat d'eau au SIVOM d'Ensérune.

La CABM vend de l'eau, via le réseau de Béziers, à la Communauté de Communes la Domitienne (pour la ZAC de la Galiberte à Vendres) et au SIVOM d'Ensérune.

VULNÉRABILITÉ DE LA RESSOURCE

92 % de la production est assurée à partir de ressources fortement vulnérables (captages de Carlet, Rayssac, Tabarka, la Thongue, Puits Rousset et Peyralles).

4.4.2.3 Le Réseau

DESCRIPTION

Le réseau se compose de **650 km de canalisations, dont 20 km de diamètre supérieur à 400 mm**. Il compte 21 réservoirs de stockage, pour une capacité totale de 36 000 m³, dont 66% sur la commune de Béziers. 13 stations de reprises sont présentes sur le réseau.

ANALYSE DE LA PERFORMANCE DU RÉSEAU

Le schéma directeur analyse la performance du réseau. Il en ressort les points suivants :

- rendement moyen du réseau (analyse sur 2001 à 2003) : **71 à 77%**,
- ordre de grandeur des volumes non facturés : Au cours des années 2001, 2002, 2003, **le volume de pertes a été voisin de 3 Mm³**, soit un ordre de grandeur de **8 200 m³/jour**.
- détail du calcul (document extrait du schéma directeur) :

	2001	2002	2003
volume consommé sur la CABEME (m3)	7 901 296	8 708 359	8 395 610
vente en gros (m3)	503 422	507 263	610 038
volume produit sur la CABEME (m3)	11 563 153	11 686 733	11 738 188
achat d'eau (m3)	219 635	224 052	234 410
Volume de pertes (m3)	3 378 070	2 695 163	2 966 950
Rendement	71%	77%	75%

Nota : les données manquantes (consommations de Corneilhan et Bassan en 2002 et Corneilhan en 2003) ont été estimées

Le rendement est calculé selon la formule : $\text{rendement} = (\text{V consommé} + \text{Ventes en gros}) / (\text{V produit} + \text{achat d'eau})$

- indice linéaire de perte moyen de **12,6 m³/km/jour** (2003). Sur la base des indices de référence Agence de l'eau, cette valeur est mauvaise pour un réseau semi-urbain. En réalité, la valeur cache de **fortes variations d'une commune à l'autre** (document extrait du schéma directeur – données 2003) :

Commune	rendement de réseau	type de réseau	ILP en m ³ /j/km	linéaire de réseau (km)
Béziers	73%	urbain	14,92	383
Bassan	76%	semi urbain	7,67	11
Boujan	65%	semi urbain	14,70	21
Cers	80%	semi urbain	4,73	17
Corneilhan	68%	semi urbain	9,31	14
Espondeilhan	84%	semi urbain	2,27	11
Lieuran	57%	urbain	26,87	6
Lignan	68%	semi urbain	10,73	22
Sauvian	70%	semi urbain	10,05	28
Servian	79%	semi urbain	8,57	25
Sérignan	71%	semi urbain	12,31	42
Valras	81%	urbain	8,91	42
Villeneuve	70%	semi urbain	9,60	28

- les communes suivantes apparaissent prioritaires vis-à-vis de la recherche de fuite : Béziers, Boujan, Corneilhan, Lieuran, Lignan, Lignan, Sauvian, Sérignan.
Pour la seule ville de Béziers, l'ordre de grandeur des pertes est de 5700 m³/jour.

OBJECTIFS DE RÉDUCTION DES PERTES

Le schéma directeur de la CABM met l'accent sur la nécessité de rechercher les fuites dans les secteurs présentant les plus mauvais rendements. L'objectif affiché dans le calcul des besoins futurs est de **maintenir l'indice de perte sous 12,6 m³/jour/km** et d'améliorer le rendement comme suit : **79,6 % en 2015 et 82,2% en 2030.**

4.4.2.4 Prélèvements futurs

4.4.2.4.1 Estimation du schéma directeur

ESTIMATION DU SCHÉMA DIRECTEUR

Le schéma contient une évaluation des besoins en eau aux horizons 2015 et 2030. On présente ci-après les principaux points de cette évaluation :

➤ **Augmentation attendue de la population sur le secteur de la CABM :**

La population permanente est égale (d'après le schéma directeur) à 101 000 habitants en 1999 et 104 900 en 2005 (on présente dans le présent dossier une estimation légèrement supérieure pour ce dernier chiffre).

Le schéma directeur compare plusieurs approches pour les projections futures :

- ◆ variation calculée sur la base des données de recensement INSEE : utilisation du taux d'accroissement 1990-1999 projeté suivant deux méthodes, linéaire et exponentielle,
- ◆ étude spécifique réalisée par l'INSEE sur la zone avec les hypothèses suivantes : maintien de la fécondité à son niveau de 1999, baisse de la mortalité au même rythme que la tendance métropolitaine, maintien des comportements migratoires moyens de la période 1990-1999,
- ◆ étude de l'observatoire de l'habitat : hypothèse de 1450 nouveaux habitants par an,
- ◆ variations estimés par les communes elles mêmes (consultation par questionnaire),
- ◆ étude socio-économique du cabinet Gensane recoupant : les évolutions démographiques prévisibles, la structure économique, les dynamismes existants, les grands projets et les potentialités identifiées sur le territoire avec deux hypothèses : maintien d'une attractivité élevée ou ralentissement progressif du rythme de croissance.

Le tableau suivant fait la synthèse des approches (document extrait du schéma directeur) :

SYNTHESE: évolutions démographiques

	situation 1999 population	situation actuelle population	2005-2015		2005-2030		
			%	population	%	population	
Variation calculée sur la base des données INSEE	méthode linéaire	101 068	1%	104 405	4%	107 533	
	méthode exponentielle	101 068	3%	108 727	11%	114 771	
Variation estimée par les communes pour 2005	101 068	103 560	24%	128 907			
Estimation INSEE	101 068		-1%	102 677	-1%	102 309	
Observatoire de l'Habitat (PLH)	101 068		15%	119 510	22%	128 760	
Etude socio économique Gensane	101 068	103 560	hypothèse 1 : forte attractivité	8%	112 000	22%	128 000
			hypothèse 2 : attractivité plus réduite	4%	108 000	13%	117 000
			Hypothèse 3 : très forte attractivité et centralité	10%	114 000	23%	127 000

Dans une première version (novembre 2004), le schéma directeur retenait les deux hypothèses de l'étude Gensane :

- ◆ hypothèse basse : 108 000 personnes en 2015 et 117 000 personnes en 2030,
- ◆ hypothèse haute : 112 000 personnes en 2015 et 126 500 personnes en 2030.

Dans sa version définitive, le schéma retient les hypothèses des communes. Cette hypothèse table sur 28% de croissance globale entre 2005 et 2015. Pour 2015-2030, le schéma table sur la même croissance. Ces hypothèses conduisent aux chiffres suivants pour la population permanente : 129 800 personnes en 2015 et 167 200 personnes en 2030.

Le détail est donné ci-après :

Communes	recensement 1999	Situation actuelle				Situation future horizon 2015			
	Population permanente	Population permanente 2005	Population estivale	Variation		Population permanente	Population estivale	Variation	
BASSAN	1 454	1 493	1 800	307	21%	2 500	3 020	520	21%
BEZIERS	69 153	69 153	72 959	3 806	6%	80 000	84 787	4 787	6%
BOUJAN SUR LIBRON	2 627	2 970	3 154	184	6%	3 500	3 684	184	5%
CERS	1 803	2 047	2 133	86	4%	2 600	2 900	300	12%
CORNEILHAN	1 536	1 570	1 600	30	2%	2 200	2 250	50	2%
ESPONDEILHAN	623	820	836	16	2%	1 500	1 530	30	2%
LIEURAN LES BEZIERS	927	950	980	30	3%	1 800	1 832	32	2%
LIGNAN SUR ORB	2 839	2 907	3 032	125	4%	3 707	3 832	125	3%
SAUVIAN	3 558	4 500	5 000	500	11%	5 500	7 000	1 500	27%
SERVIAN	3 355	3 842	4 142	300	8%	6 000	6 450	450	8%
SERIGNAN	6 134	7 000	35 000	28 000	400%	11 000	43 000	32 000	291%
VALRAS PLAGE	3 625	3 826	35 000	31 174	815%	4 200	35 374	31 174	742%
VILLENEUVE LES BEZIERS	3 434	3 810	5 345	1 535	40%	5 310	7 200	1 890	36%
TOTAUX	101 068	104 888	170 981	66 093	63%	129 817	202 859	73 042	56%

Pour comparaison, les hypothèses de croissance arrêtées pour le modèle globale de demande AEP établi dans le cadre de la présente étude sont (on inclut ici l'ensemble des communes de la CABM y compris Espondeilhan) :

- ◆ hypothèse basse : 117 500 personnes en 2015 et 133 000 personnes en 2030,
- ◆ hypothèse haute : 119 200 personnes en 2015 et 137 000 personnes en 2030.

Les chiffres définitifs arrêtés dans le schéma sont donc très au-dessus de ceux calculés dans le cadre de la présente étude qui étaient plus proche de ceux arrêtés dans ceux de la première version du schéma.

➤ **Coefficient de pointe :**

Le coefficient du mois de pointe constaté est compris entre 1,26 et 1,34. L'ordre de grandeur du coefficient du jour de pointe est 1,6.

➤ **Augmentation attendue des activités (c'est-à-dire augmentation de la consommation en eau des gros consommateurs) :**

Le schéma directeur détermine la croissance attendue des activités suivantes : établissements scolaires, zones commerciales, zones tertiaires, zones industrielles, logistique, zones artisanales sur la base de trois types d'information :

- ◆ questionnaires adressés aux communes,
- ◆ projets d'urbanisation communiqués par le Service urbanisme de la Mairie de Béziers,
- ◆ projets d'urbanisation communiqués par la Société d'Equipeement du Biterrois et du Littoral (SEBLI),

Pour chaque activité recensée (supposées toutes réalisées en 2015), deux hypothèses sont faites pour les ratios de consommation.

Le résultat de l'évaluation est le suivant (document extrait du schéma directeur – *attention : erreur dans le titre des colonnes entre les deux hypothèses*) :

Activités	capacités ou surfaces supplémentaires à l'horizon 2015	HYPOTHESE HAUTE			HYPOTHESE BASSE		
		ratio ou consommation type utilisée	Estimation des consommations (m ³ /an)		ratio ou consommation type utilisée	Estimation des consommations (m ³ /an)	
établissements scolaires (élèves)	1360	100	en l/j/élève	21 624	100	en l/j/élève	21 624
zones commerciales ha	60	5	en m ³ /ha	93 900	20	en m ³ /ha	375 600
zones tertiaires ha	381	7	en m ³ /ha	600 075	13	en m ³ /ha	1 114 425
zones industrielles ha	23	10	en m ³ /ha	71 990	30	en m ³ /ha	215 970
logistique ha	80	2	en m ³ /ha	50 080	5	en m ³ /ha	125 200
zones artisanales ha	249	3	en m ³ /ha	233 811	11	en m ³ /ha	857 307
parc aquatique	1	50 000	consommation entre 30.000 et 100.000m ³ /an	50 000	50 000	consommation entre 30.000 et 100.000m ³ /an	50 000
TOTAL				1 121 480			2 760 126

➤ **Besoins actuels :**

La situation actuelle est synthétisée dans le tableau suivant (document extrait du schéma directeur) :

	2003
volume consommé sur le périmètre d'étude par les abonnés hors gros consommateurs (m3)	7 541 448
volume consommé par les gros consommateurs (m3)	854 162
volume de pertes global (m3)	2 966 950
volume produit (m3)	11 738 188
volume importé (m3)	234 410
rendement	75,2%
volume exporté (m3)	610 038
production journalière nécessaire en pointe (m3) Coefficient de pointe de 1,6	49 006
débit de production autorisé (m3/j)	62 500
capacité de production (m3/j)	71 740

La production nécessaire le jour moyen du mois de pointe est de 43 000 m³/jour (cité par ailleurs).

➤ **Besoins futurs :**

Deux scénarios sont présentés selon les hypothèses arrêtées pour le calcul des volumes des gros consommateurs.

Les autres hypothèses sont :

- ◆ une amélioration du rendement : 79,6 % en 2015 et 82,2 % en 2030,
- ◆ une stagnation des consommations individuelles par rapport aux données 2003,
- ◆ une stagnation des volumes importés,
- ◆ une croissance des volumes exportés vers Vendres et le SIVOM d'Ensérune proportionnelle à la croissance de la population sur la CABM (610 000 m³/an en 2005, 755 000 m³/an en 2015 et 973 000 m³/an en 2030).

Les deux tableaux ci-dessous présentent les besoins futurs à l'échelle du périmètre de la CABM :

Hypothèse basse (document extrait du schéma directeur)

	2003	2015		2030	
volume consommé sur le périmètre d'étude par les abonnés hors gros consommateurs (m3)	7 541 448	9 336 313	23,8%	11 579 893	53,6%
volume consommé par les gros consommateurs (m3)	854 162	1 975 642	131,3%	3 097 122	262,6%
volume de pertes global (m3)	2 966 950	3 100 000	4,5%	3 400 000	14,6%
volume produit (m3)	11 738 188	14 932 772		18 815 616	
volume importé (m3)	234 410	234 410		213 891	
rendement	75,2%	79,6%		82,2%	
volume exporté (m3)	610 038	755 227	24%	973 011	59,5%
volume exporté en pointe (m3/j) d'après relevé (2003) ou conventions (2015 et 2030)	2 750	3 240		3 240	
production journalière nécessaire en pointe (m3) Coefficient de pointe de 1,6	49 006	65 298	33,2%	81 364	66,0%
débit de production autorisé (m3/j)	62 500				
capacité de production (m3/j)	71 740				

Hypothèse haute (document extrait du schéma directeur) :

	2003	2015		2030	
volume consommé sur le périmètre d'étude par les abonnés hors gros consommateurs (m3)	7 541 448	9 336 313	23,8%	11 579 893	53,6%
volume consommé par les gros consommateurs (m3)	854 162	3 634 288	325,5%	6 414 414	651,0%
volume de pertes global (m3)	2 966 950	3 600 000	21,3%	3 600 000	21,3%
volume produit (m3)	11 738 188	17 091 418		22 332 908	
volume importé (m3)	234 410	234 410	0,0%	234 410	0,0%
rendement	75,1%	79,2%		84,0%	
volume exporté (m3)	610 038	755 227	24%	973 011	60%
volume exporté en pointe (m3/j) d'après relevé (2003) ou conventions (2015 et 2030)	2 750	3 240		3 240	
production journalière nécessaire en pointe (m3) Coefficient de pointe de 1,6	49 006	74 761	52,6%	96 782	97,5%
débit de production autorisé (m3/j)	62 500				
capacité de production (m3/j)	71 740				

Le tableau ci-dessous synthétise l'évolution attendu de la demande selon le schéma directeur (tableau établi par BRL) :

Hypothèse basse

	2003	2015	2030	différence 2030 - 2003
Besoin annuel (m3)	11 360 000	14 410 000	18 060 000	6 700 000
Besoin le jour moyen du mois de pointe (m3/jour)	43 000	53 900	65 800	23 000
Besoin le jour de pointe (m3/jour)	49 000	65 300	81 400	32 000

Hypothèse haute

	2003	2015	2030	différence 2030 - 2003
Besoin annuel (m3)	11 360 000	16 570 000	21 590 000	10 200 000
Besoin le jour moyen du mois de pointe (m3/jour)	43 000	62 000	76 300	33 000
Besoin le jour de pointe (m3/jour)	49 000	74 800	96 800	48 000

L'accroissement des besoins serait compris dans la fourchette 6,5 à 10 Mm³/an. En débit moyen du mois de pointe, il atteindrait 23 000 à 33 000 m³/jour. En jour de pointe, il serait de 30 000 à 47 000 m³/jour (on cite ici la fourchette inscrite dans le document de conclusion du schéma directeur).

NB : dans une première version du schéma directeur, les besoins étaient calculés avec une autre hypothèse de croissance de population (comme déjà indiqué plus haut) et toujours selon deux hypothèses pour les gros consommateurs. Dans cette hypothèse, l'accroissement des besoins à l'horizon 2030 était compris, en débit de pointe, entre 20 000 et 39 000 m³/jour (au lieu de 30 000 à 47 000 m³/jour avec l'hypothèse finalement retenue).

➤ **Bilan :**

Le schéma directeur présente une comparaison des besoins futurs avec les ressources disponibles aujourd'hui :

Le potentiel est présenté par ce tableau :

Origine de la ressource	Débit autorisé ou en cours d'autorisation (m3/j)	Débit d'équipement (m3/j)	Débit exploité en pointe(m3/j)
Nappe de l'Orb	50 000	55 000	40 500
Astien	11 800	13 080	5 164
Alluvions de la Thongue et Pliocène continental	2 600	2 100	1 800
Nappe du Libron	ressource dégradée	1 600	1 445

Le schéma compare ce potentiel avec la croissance attendue et conclut à un bilan légèrement déficitaire en 2015 : déficit de l'ordre de 16 000 à 35 000 m³/jour à l'horizon 2030.

4.4.2.4.2 Estimation BRL des besoins futurs et comparaison avec celle du schéma directeur de la CABM

Selon les projections de population établies dans le cadre de la présente étude, la population sur le territoire de la CABM (hors Espondeilhan) passerait de 105 400 habitants permanents en 2004 à 131 000 (hb) / 135 000 (hh) habitants en 2030.

Ces projections conduisent aux accroissements de besoin en eau suivant à l'horizon 2030 :

- Jour moyen de la semaine de pointe :
 - ◆ hypothèse basse pour la population : 9 200 m³/jour ;
 - ◆ hypothèse haute pour la population : 10 600 m³/jour.
- Volume annuel :
 - ◆ hypothèse basse pour la population : 2,2 Mm³/an ;
 - ◆ hypothèse haute pour la population : 2,6 Mm³/an.

NB : Ces estimations n'intègrent pas la commune d'Espondeilhan. La différence avec la situation où cette commune est prise en compte est cependant minime (inférieure à 300 m³/jour en pointe).

Les augmentations des besoins en eau calculées dans le « schéma CABM » sont 2,5 à 4 fois plus importantes que celles de la présente étude. (Avec la « première version du schéma » le rapport aurait été compris entre 1,5 et 3).

La forte différence entre les deux approches vient :

- d'une part des différences de projections de population considérées :
 - ◆ la projection en population permanente retenue par la CABM correspond, à l'horizon 2030, à une augmentation de 60 %,
 - ◆ celle proposée ici correspond à une augmentation de 27 % (hb) à 30 % (hh), soit deux fois moins.
- d'autre part de l'hypothèse faite d'une augmentation de la consommation des gros consommateurs plus importante que celle du reste de la consommation (alors que dans la présente approche on a fait l'hypothèse d'une évolution parallèle).

4.4.2.4.3 Conclusion sur le besoin futur

BESOINS À RENDEMENTS ET COMPORTEMENTS CONSTANTS

Il apparaît difficile de trancher sur l'ordre de grandeur d'une augmentation des besoins sur le territoire de la CABM à l'horizon 2030.

On propose de retenir ici la valeur haute de l'approche « BRL » et la valeur basse de l'approche « schéma CABM ». Ce qui conduit à une fourchette large pour l'augmentation attendue des besoins à rendements et comportements constants :

- + 11 000 m³/jour à + 26 000 m³/jour en jour moyen de la semaine de pointe (coefficient de 1,15 pour passer du jour moyen du mois de pointe au jour moyen de la semaine de pointe pour la CABM) pour les prélèvements bruts,
- + 2,6 à + 6,5 Mm³/an en volume brut annuel.
- + 1.2 à + 3.2 Mm³/an en volume net annuel

RÉDUCTION POSSIBLE DES BESOINS PAR LA MISE EN PLACE DE POLITIQUES PUBLIQUES

- **Gain par une réduction des consommations d'eau (modification du comportement des usagers) :**

Une réduction de 5 % de la consommation d'eau à l'échelle de la zone (objectif ambitieux) représente une économie de 0,5 Mm³ à l'échelle annuelle.
- **Gains liés à des améliorations de rendements :**

Les rendements moyens des réseaux sur la zone sont déjà assez bons : le rendement moyen sur le territoire de la CABM est compris entre 71 et 77% sur la période 2001 à 2003.

Il existe toutefois des marges de progrès. Une amélioration des rendements (jusqu'à une valeur de 75%) sur l'ensemble de la zone dégagerait potentiellement un volume de l'ordre de 0,9 Mm³/an.
- Ces économies potentielles représentent donc globalement environ 20 à 50 % de la croissance attendue des besoins.

4.5 SYNTHÈSE SUR LES PRÉLÈVEMENTS DANS LA RESSOURCE ORB

4.5.1 Prélèvements actuels

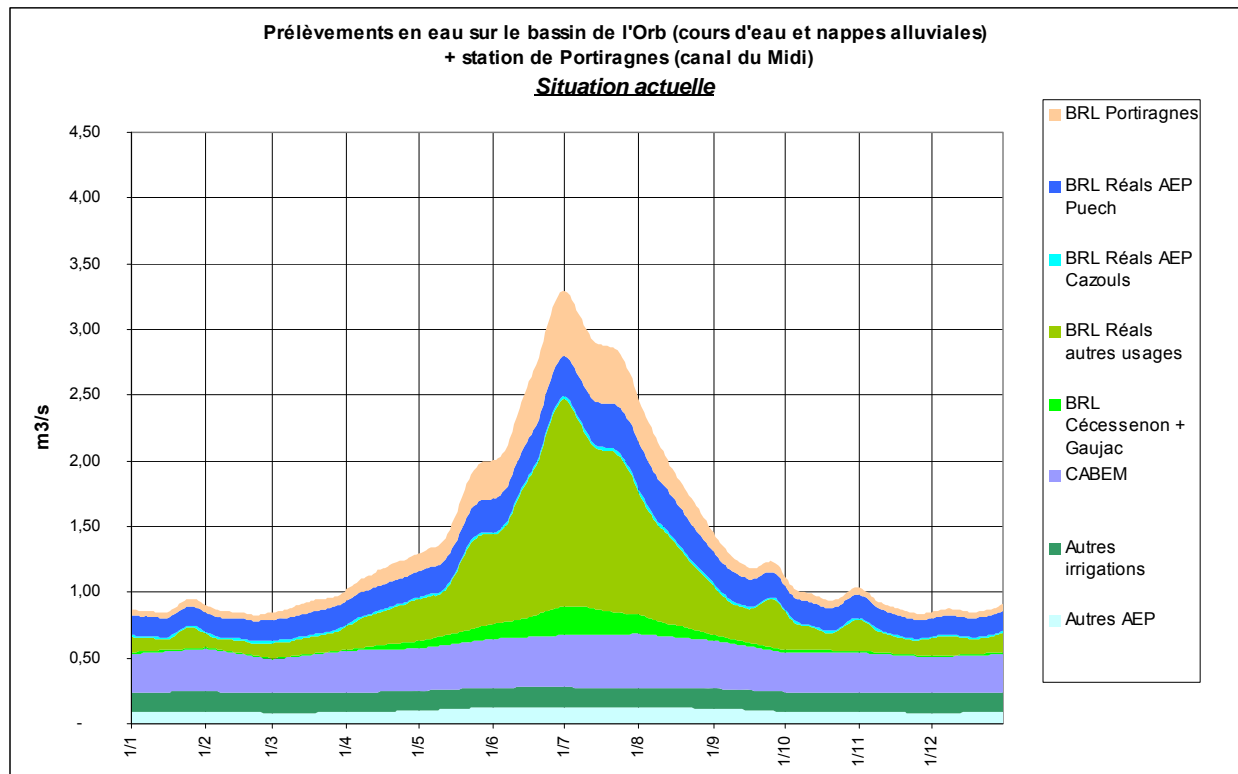
Le tableau et le graphe ci-après présentent les principaux prélèvements dans l'Orb (ou liés à l'Orb). **Les données correspondent aux prélèvements actuels dans des conditions d'année très sèche, type 2003.**

Ainsi, dans le tableau le volume prélevé à la station de Réals atteint au total 19,6 Mm³. Ce qui a été effectivement prélevé en 2003. En année moyenne le prélèvement est de l'ordre de 15 Mm³. La différence s'opère principalement sur le volume lié à l'irrigation.

Tableau 12 : Principaux prélèvements nets dans le bassin de l'Orb (cours d'eau et nappes alluviales) ou liés à l'Orb (Portiragnes)

Prélèvement	AEP	Autre	V annuel net	mois max (juillet)	de mai à octobre		de juin à septembre	
			m3	m3	m3	% / V annuel	m3	% / V annuel
de la source à la mare								
ASA amont			588 700	222 307	588 700	100%	588 700	100%
aep amont herepian			945 200	112 493	545 993	58%	390 563	41%
la Mare								
ASA La Mare			453 300	184 810	453 300	100%	453 300	100%
aep mare			1 803 600	214 272	1 041 582	58%	746 803	41%
de la Mare au Jaur								
asa Lamalou			554 300	187 488	554 300	100%	554 300	100%
aep Lamalou			750 400	88 387	431 999	58%	311 399	41%
Le Jaur								
ASA Le Jaur			254 500	101 779	254 500	100%	254 500	100%
St Vincent d'Olargues			868 900	104 458	500 973	58%	358 937	41%
du Jaur aux Vernazobre								
asa Vieussan			13 200	5 357	13 200	100%	13 200	100%
aep Vieussan			192 100	21 427	111 266	58%	79 105	41%
BRL Cessenon			239 600	141 955	237 004	99%	226 274	94%
Le Vernazobre								
ASA Le Vernazobre			471 900	187 488	471 900	100%	471 900	100%
aep vernazobre			795 100	93 744	458 492	58%	327 186	41%
du Vernazobre à Bézier								
aep cessenon			134 300	7 258	76 829	57%	55 397	41%
prelevement supl. reals								
BRL Réals irrigation			11 358 100	3 066 768	9 590 589	84%	8 457 665	74%
BRL Réals AEP Puech			6 627 100	940 118	4 077 856	62%	2 847 756	43%
BRL Réals malpas+roubialas								
BRL Gaujac			265 000	121 824	216 493	82%	216 493	82%
aep murviel + SIAE Thézan Pailhès			1 829 500	404 438	1 744 143	95%	1 652 153	90%
de Bézier à la mer								
CABM			3 706 500	388 800	2 053 095	55%	1 484 900	40%
Sivom Ensérune			1 583 600	155 520	869 307	55%	603 976	38%
aep prelev sup bezier			121 100	7 258	71 571	59%	50 134	41%
aep prelev sup aval Bezier			2 106 400	128 218	1 216 587	58%	870 880	41%
Pont Rouge			4 825 300	1 047 254	3 900 248	81%	3 314 821	69%
							part de V annuel	part de V juin à sept
sous total BRL Réals+Cessenon+Gaujac			20 319 300	4 675 104	15 866 086	78%	13 400 342	66%
Portiragnes			4 825 300	1 047 254	3 900 248	81%	3 314 821	69%
Total Concession régionale			25 144 600	5 722 358	19 766 334	79%	16 715 163	66%
CABM			3 706 500	388 800	2 053 095	55%	1 484 900	40%
Autre			7 539 600	1 611 792	5 293 620	70%	4 438 713	59%
TOTAL			36 390 700	7 722 950	27 113 049	75%	22 638 776	62%
							100%	100%

Figure 37 : Inventaire des principaux prélèvements dans le bassin de l'Orb (cours d'eau et nappes alluviales) ou liés à l'Orb (Portiragnes) - Débits cumulés



En résumé, le **prélèvement total net** représente un prélèvement de :

- environ **36 Mm³/an**, soit un débit fictif continu de 1 200 l/s.
- environ **27 Mm³ sur la période mai-octobre**, soit un débit fictif continu de 1 700 l/s,
- **3,3 m³/s en pointe** . .

3 points de prélèvement représentent près de 80% des prélèvements sur le bassin. Il s'agit :

- de la station BRL de Réals, qui dessert des périmètres irrigués et deux stations AEP (Cazouls et Puech de Labade). Dans l'exemple présenté, le volume destiné à l'irrigation s'élève à 12,7 Mm³ et le volume destiné à l'AEP à près de 7 Mm³. La station de Puech de Labade dessert la commune de Vendres dans l'Hérault et les communes du littoral Audois, situées en dehors du bassin versant ;
- des forages, situés dans la nappe alluviale au nord de Béziers, alimentant les réseaux AEP de la CABEM (champ captant de Rayssac, Carlet et Tabarka) ;
- de la prise gravitaire de Pont Rouge, situé à l'aval de Béziers. Cette prise participe à l'alimentation du canal du Midi. Elle compense (en plus d'autres injections) le débit du canal lié à la navigation et aux prélèvements, dont la station BRL de Portiragnes desservant un périmètre irrigué.

- Sur le cours principal de l'Orb : la pression effective des prélèvements sur le milieu ne peut se résumer à la soustraction des débits prélevés au débit de la rivière : l'Orb connaît des systèmes de régulation et des importations depuis le bassin atlantique qui rendent le bilan complexe. Jusqu'à Béziers, on va voir que ce bilan est équilibré voire bénéficiaire du fait des réalimentations estivales. Au niveau de Béziers sont présentés ici les prélèvements nets (pompages moins les retours STEP), localement les prélèvements sur les tronçons amont de la STEP sont plus importants.
- Sur les affluents : les prélèvements, en particulier ceux liés à l'irrigation, ont des impacts locaux importants. Leur influence à l'échelle du bassin reste réduite.

4.5.2 Futurs possibles

Les tableaux et graphes ci-dessous synthétisent le résultat de l'analyse prospective en définissant les prélèvements pour deux futurs possibles à l'horizon 2030 : Hypothèse basse et hypothèse haute.

Par rapport à la situation de référence, l'accroissement des besoins est le suivant, en volume annuel :

➤ Hypothèse basse :

- ◆ 4,6 Mm³ pour les prélèvements liés à la concession régionale, soit + 17% par rapport au prélèvement actuel,
- ◆ 2,6 Mm³ bruts, 1,1 Mm³ nets pour la CABM, soit + 25% (par rapport au prélèvement Orb actuel),
- ◆ soit au total **un accroissement de 5,7 Mm³ nets, soit 16%** ;

➤ Hypothèse haute :

- ◆ 7,2 Mm³ pour les prélèvements liés à la concession régionale, soit + 27% par rapport au prélèvement actuel,
- ◆ 6,5 Mm³ bruts 3,2 Mm³ nets pour la CABM, soit + 63 % (par rapport au prélèvement Orb),
- ◆ soit au total **un accroissement de 10,4 Mm³ nets, soit 29%**.

Ces hypothèses seront testées dans les scénarios d'évolution de gestion du barrage.

Tableau 13 : Prélèvements dans l'Orb - Futur possible : Hypothèse BASSE

Prélèvement	AEP	Autre	V annuel	mois max (juillet)	de mai à octobre		de juin à septembre	
			m3	m3	m3	% / V annuel	m3	% / V annuel
de la source à la mare								
ASA amont			588 700	222 307	588 700	100%	588 700	100%
aep amont herepian			945 200	112 493	545 993	58%	390 563	41%
la Mare								
ASA La Mare			453 300	184 810	453 300	100%	453 300	100%
aep mare			1 803 600	214 272	1 041 582	58%	746 803	41%
de la Mare au Jaur								
asa Lamalou			554 300	187 488	554 300	100%	554 300	100%
aep Lamalou			750 400	88 387	431 999	58%	311 399	41%
Le Jaur								
ASA Le Jaur			254 500	101 779	254 500	100%	254 500	100%
St Vincent d'Olargues			888 900	104 458	500 973	58%	358 937	41%
du Jaur aux Vernazobre								
asa Vieussan			13 200	5 357	13 200	100%	13 200	100%
aep Vieussan			192 100	21 427	111 266	58%	79 105	41%
BRL Cessenon			239 600	141 955	237 004	99%	226 274	94%
Le Vernazobre								
ASA Le Vernazobre			471 900	187 488	471 900	100%	471 900	100%
aep vernazobre			795 100	93 744	458 492	58%	327 186	41%
du Vernazobre à Bézier								
aep cessenon			- 134 300	- 7 258	- 76 829	57%	- 55 397	41%
prelevement supl. reals								
BRL Réals irrigation			3 200 000	864 023	2 702 026	84%	2 382 839	74%
BRL Réals AEP Puech			11 358 100	3 066 768	9 590 589	84%	8 457 665	74%
BRL Réals AEP Puech			8 027 100	1 138 792	4 939 319	62%	3 449 356	43%
BRL Réals malpas+roubialias			265 000	121 824	216 493	82%	216 493	82%
BRL Gaujac			1 829 500	404 438	1 744 143	95%	1 652 153	90%
aep murviel + SIAE Thézan Pailhès								
aep murviel + SIAE Thézan Pailhès			626 600	74 995	363 096	58%	261 256	42%
de Bézier à la mer								
CABM			4 772 500	500 620	2 643 572	55%	1 911 961	40%
Sivom Ensérune			1 583 600	155 520	869 307	55%	603 976	38%
aep prelev sup bezier			- 121 100	- 7 258	- 71 571	59%	- 50 134	41%
aep prelev sup aval Bezier			- 2 106 400	- 128 218	- 1 216 587	58%	- 870 880	41%
Pont Rouge			4 825 300	1 047 254	3 900 248	81%	3 314 821	69%
							part de V annuel	part de V juin à sept
sous total BRL Réals+Cessenon+Gaujac			24 919 300	5 737 800	19 429 575	78%	16 384 781	66%
Portiragnes			4 825 300	1 047 254	3 900 248	81%	3 314 821	69%
Total Concession régionale			29 744 600	6 785 054	23 329 823	78%	19 699 602	66%
CABM			4 772 500	500 620	2 643 572	55%	1 911 961	40%
Autre			7 539 600	1 611 792	5 293 620	70%	4 438 713	59%
TOTAL			42 056 700	8 897 466	31 267 014	74%	26 050 276	62%
							100%	100%

Figure 38 : Prélèvements dans l'Orb - Futur possible : Hypothèse BASSE

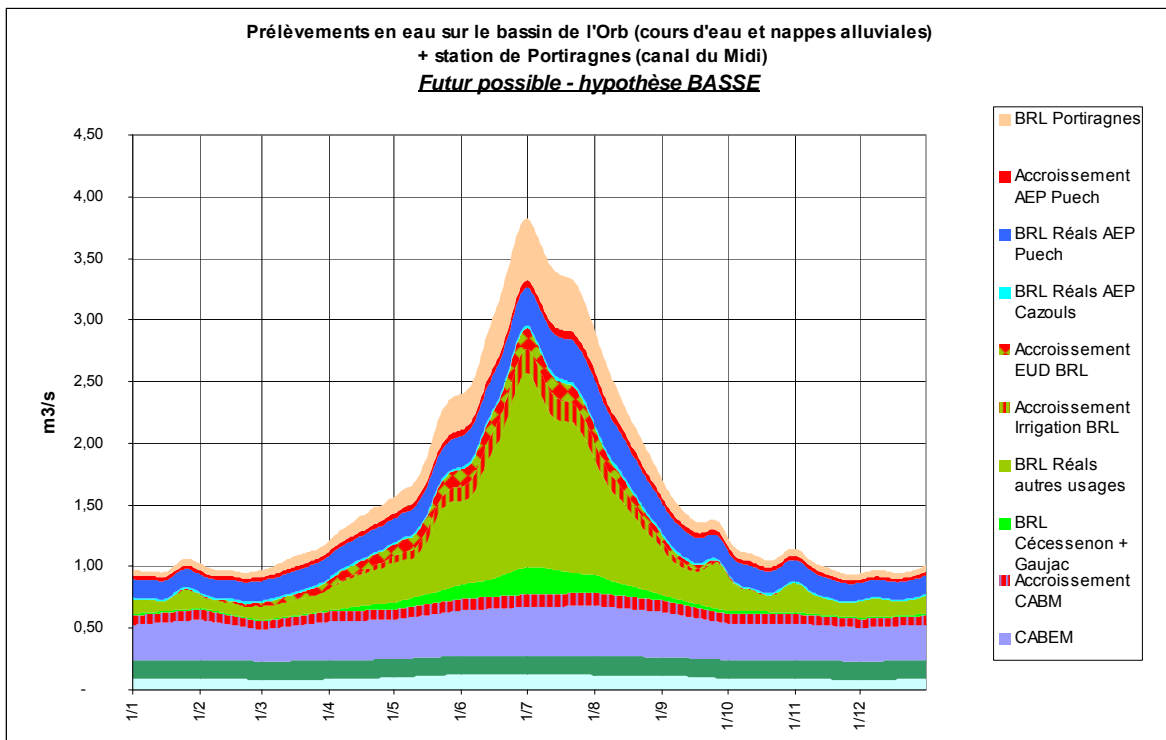
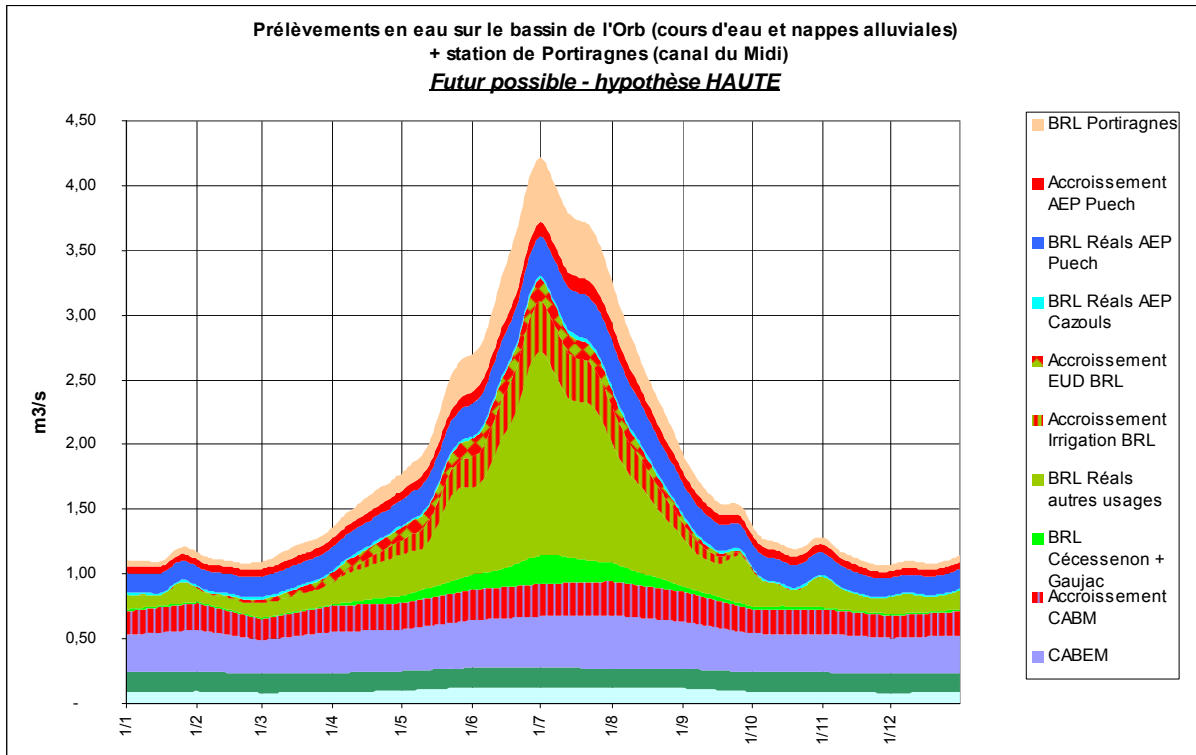


Tableau 14 : Prélèvements dans l'Orb - Futur possible : Hypothèse HAUTE

Prélèvement	AEP	Autre	V annuel	mois max (juillet)	de mai à octobre		de juin à septembre			
			m3	m3	m3	% / V annuel	m3	% / V annuel		
de la source à la mare										
ASA amont			588 700	222 307	588 700	100%	588 700	100%		
aep amont herepian			945 200	112 493	545 993	58%	390 563	41%		
la Mare										
ASA La Mare			453 300	184 810	453 300	100%	453 300	100%		
aep mare			1 803 600	214 272	1 041 582	58%	746 803	41%		
de la Mare au Jaur										
asa Lamalou			554 300	187 488	554 300	100%	554 300	100%		
aep Lamalou			750 400	88 387	431 999	58%	311 399	41%		
Le Jaur										
ASA Le Jaur			254 500	101 779	254 500	100%	254 500	100%		
St Vincent d'Olargues			868 900	104 458	500 973	58%	358 937	41%		
du Jaur aux Vernazobre										
asa Vieussan			13 200	5 357	13 200	100%	13 200	100%		
aep Vieussan			192 100	21 427	111 266	58%	79 105	41%		
BRL Cécessenon			239 600	141 955	237 004	99%	226 274	94%		
Le Vernazobre										
ASA Le Vernazobre			471 900	187 488	471 900	100%	471 900	100%		
aep vernazobre			795 100	93 744	458 492	58%	327 186	41%		
du Vernazobre à Bézier										
aep cessenon			134 300	7 258	76 829	57%	55 397	41%		
prélèvement suppl. réals			4 800 000	1 296 034	4 053 040	84%	3 574 259	74%		
BRL Réals irrigation			11 358 100	3 066 768	9 590 589	84%	8 457 665	74%		
BRL Réals AEP Puech			9 027 100	1 280 582	5 554 649	62%	3 879 069	43%		
BRL Réals malpas+roubialsas			265 000	121 824	216 493	82%	216 493	82%		
BRL Gaujac			1 829 500	404 438	1 744 143	95%	1 652 153	90%		
aep murviel + SIAE Thézan Pailhès			626 600	74 995	363 096	58%	261 256	42%		
de Bézier à la mer										
CABM			6 371 500	668 350	3 529 286	55%	2 552 553	40%		
Sivom Ensérune			1 583 600	155 520	869 307	55%	603 976	38%		
aep prelev sup bezier			121 100	7 258	71 571	59%	50 134	41%		
aep prelev sup aval Bezier			2 106 400	128 218	1 216 587	58%	870 880	41%		
Pont Rouge			4 825 300	1 047 254	3 900 248	81%	3 314 821	69%		
					part de V annuel		part de V juin à sept			
sous total BRL Réals+Cessenon+Gaujac			27 519 300	6 311 602	21 395 919	78%	18 005 914	65%	65%	64%
Portiragnes			4 825 300	1 047 254	3 900 248	81%	3 314 821	69%	11%	12%
Total Concession régionale			32 344 600	7 358 856	25 296 166	78%	21 320 735	66%	76%	75%
CABM			6 371 500	668 350	3 529 286	55%	2 552 553	40%	7%	9%
Autre			7 539 600	1 611 792	5 293 620	70%	4 438 713	59%	17%	16%
TOTAL			46 255 700	9 638 998	34 119 072	74%	28 312 002	61%	100%	100%

Figure 39 : Prélèvements dans l'Orb - Futur possible : Hypothèse HAUTE

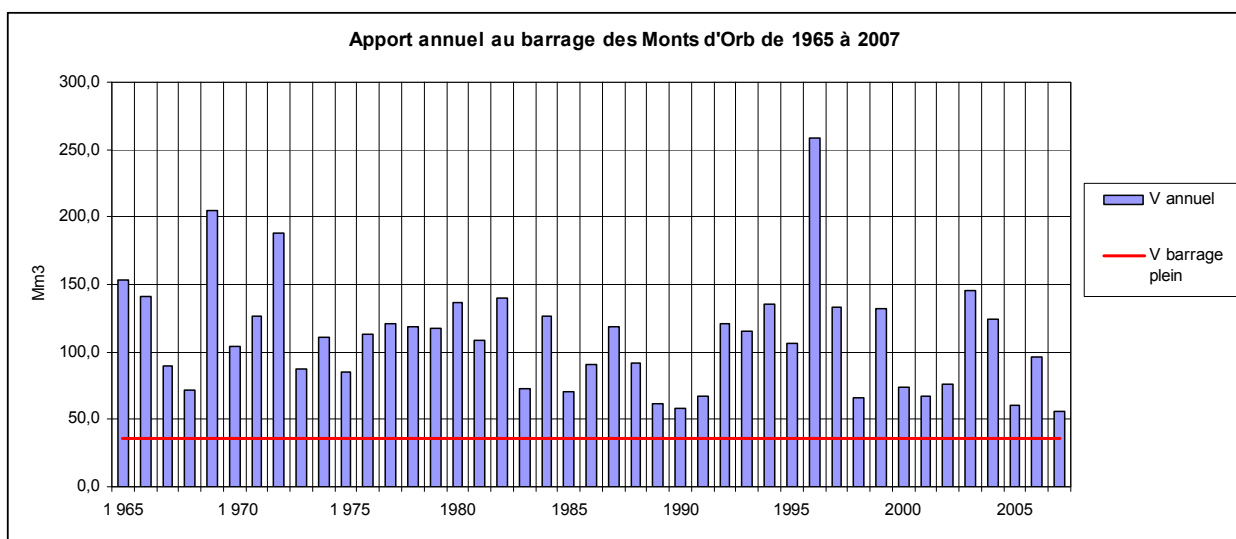


5. APPORTS AU BARRAGE

5.1 APPORTS CALCULÉS SUR LA BASE DE LA SÉRIE HISTORIQUE

5.1.1 Apports annuels au barrage

Le graphe suivant présente les apports annuels au barrage (en année calendaire) et les compare au volume utile du barrage augmenté du volume correspondant au respect du débit réservé de $0,15 \text{ m}^3/\text{s}$, soit $30,6 + 4,7 = 35,3 \text{ Mm}^3$.



Les apports moyens sont de 110 Mm^3 . On présente ci-après les 10 plus petits apports connus :

année	apport annuel (Mm3)
2007	56
1990	58
2005	61
1989	62
1998	66
2001	67
1991	67
1985	70
1968	72
1983	73
2000	74
2002	76

Les plus petits apports connus sont ceux de 2007. Ils représentent **1,6 fois le volume du barrage augmenté du volume nécessaire au respect du débit réservé.**

5.1.2 Apports cumulés du 1^{er} octobre au mois N

5.1.2.1 Approche statistique

L'étude de gestion de 1996 avait appréhendé l'espérance d'apport au barrage par l'étude statistique de la série de débits entrants au barrage 1965-1994 (soit 30 années) en calculant les apports cumulés du 1^{er} octobre au mois N par ajustement de lois log.normales. La présente étude a repris ces calculs (avec ajustement de lois log.normales mais également en quantiles expérimentaux) pour les établir sur la série 1965-2007 (soit 42 années).

Les tableaux et graphes ci-après comparent les résultats.

Tableau 15 : Apports cumulés au barrage des Monts d'Orb du 1^{er} octobre au mois N - série 1968-2006

Apports cumulés (Mm3) du 1er octobre au ... (série 1965-1994)
Centiles expérimentaux

	années sèches			années humides				
	20 ans	10 ans	5 ans	2 ans	5 ans	10 ans	20 ans	
1/10	0	0	0	0	0	0	0	34
1/11	2	2	2	6	17	24	27	34
1/12	4	4	5	18	35	46	48	34
1/1	7	9	11	28	50	64	64	34
1/2	12	15	20	46	63	75	90	34
1/3	21	25	37	59	80	97	108	34
1/4	27	35	44	74	99	114	124	34
1/5	38	42	55	89	108	127	132	34
1/6	44	48	61	100	125	143	146	34
1/7	47	52	65	105	132	148	154	34
1/8	51	55	67	109	134	150	158	34
1/9	53	58	70	111	137	152	161	34
1/10	55	65	78	115	147	155	165	34

Apports cumulés (Mm3) du 1er octobre au ... (série 1965-2007)
Centiles expérimentaux

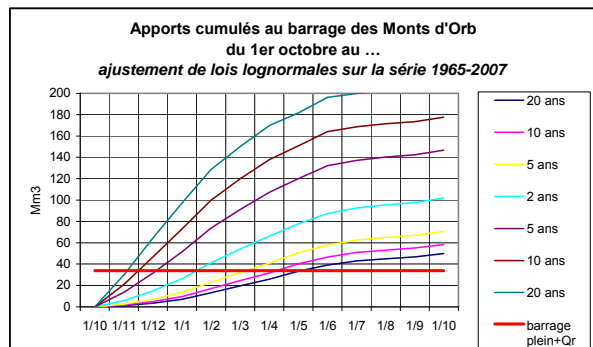
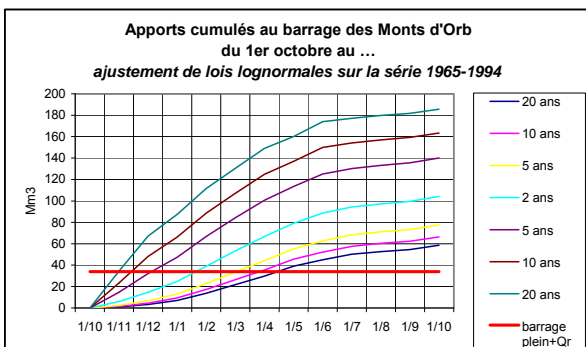
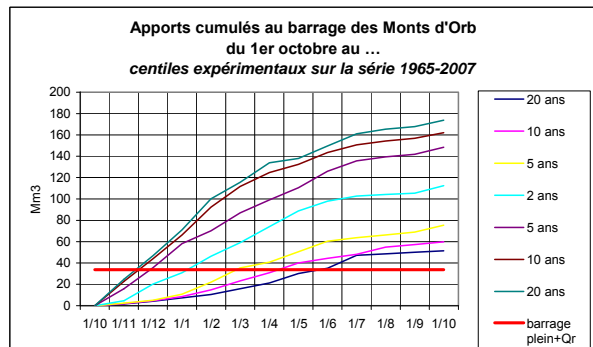
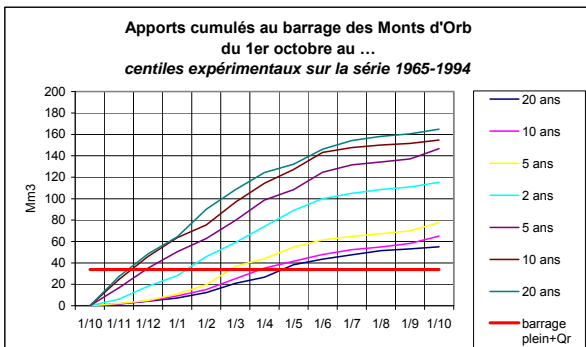
	années sèches			années humides				
	20 ans	10 ans	5 ans	2 ans	5 ans	10 ans	20 ans	
1/10	0	0	0	0	0	0	0	34
1/11	2	2	2	5	16	23	25	34
1/12	4	5	5	20	36	44	47	34
1/1	7	9	11	31	58	66	71	34
1/2	11	15	22	46	70	92	100	34
1/3	16	23	35	59	87	112	115	34
1/4	21	31	41	74	99	125	134	34
1/5	30	40	51	89	110	132	138	34
1/6	35	44	60	98	126	143	150	34
1/7	47	48	64	103	136	151	161	34
1/8	49	55	66	104	139	154	165	34
1/9	50	57	69	105	142	157	168	34
1/10	52	60	76	112	148	162	174	34

Ajustement à une loi log.normale

1/10	0	0	0	0	0	0	0	34
1/11	1	2	2	6	15	23	34	34
1/12	3	4	7	15	32	48	67	34
1/1	7	9	13	25	47	66	88	34
1/2	14	17	23	39	67	89	112	34
1/3	22	27	34	53	84	107	130	34
1/4	30	36	44	67	101	125	149	34
1/5	39	46	55	79	113	137	160	34
1/6	45	52	63	89	125	150	174	34
1/7	50	58	68	94	130	154	177	34
1/8	53	60	71	97	133	157	180	34
1/9	55	62	73	100	136	159	182	34
1/10	58	66	78	104	140	163	186	34

Ajustement à une loi log.normale

1/10	0	0	0	0	0	0	0	34
1/11	1	2	3	6	14	21	30	34
1/12	3	5	7	15	32	47	64	34
1/1	7	9	13	26	51	73	97	34
1/2	13	17	23	41	74	100	128	34
1/3	20	24	32	54	91	120	150	34
1/4	26	32	41	66	107	138	170	34
1/5	33	40	50	78	120	151	182	34
1/6	39	47	58	87	132	164	196	34
1/7	43	51	62	93	137	169	200	34
1/8	45	53	65	95	140	172	202	34
1/9	47	55	67	98	142	174	204	34
1/10	50	58	71	102	147	178	208	34



NB : Sur les graphes, les apports sont comparés au volume du barrage plein (30,6 Mm³ auquel on ajoute le volume correspondant au débit minimal à maintenir pendant la période de remplissage (maintien de 0,15 m³/s du 1^{er} octobre au 1^{er} juin, soit 3,1 Mm³), soit un total de 33,7 Mm³.

L'apport cumulé du 1^{er} octobre au 1^{er} juin de temps de retour 20 ans sec (19 année sur 20 l'apport est supérieur, une année sur 20 inférieur) passe de 45 à 39 Mm³ entre les deux séries pour les résultats avec ajustement ou de 44 à 35 Mm³ pour les résultats en quantiles expérimentaux, soit une diminution de 6 à 9 Mm³ pour cette fréquence.

L'apport cumulé moyen du 1^{er} octobre au 1^{er} juin de temps passe lui de 95,4 Mm³ (série 1965-1994) à 97 Mm³ (série 1965-2007), soit une hausse de 1,6 Mm³. Globalement, on note une augmentation des apports en année humide et une baisse des apports en année sèche.

Y compris en intégrant les dernières années connues (calcul sur la série 1965-2007), les apports au barrage entre le 1^{er} octobre et le 1^{er} juin sont supérieurs à son volume utile plus de 19 années sur 20.

On précise ci-après les cas réels où cela n'a pas été le cas.

5.1.2.2 Détails sur des séquences réelles

Le tableau suivant présente les 10 plus petits apports au barrage, cumulés du 1^{er} octobre au 1^{er} juin.

Figure 40 : Apports cumulés au barrage des Monts d'Orb du 1^{er} octobre au 1^{er} juin : les 10 plus petites valeurs connues

année	Mm3
2004/05	20,8
2001/02	32,6
1991/92	34,6
1989/90	43,3
1988/89	44,1
1967/68	48,3
1985/86	56,5
1983/84	57,9
2006/07	60,0
1975/76	62,3

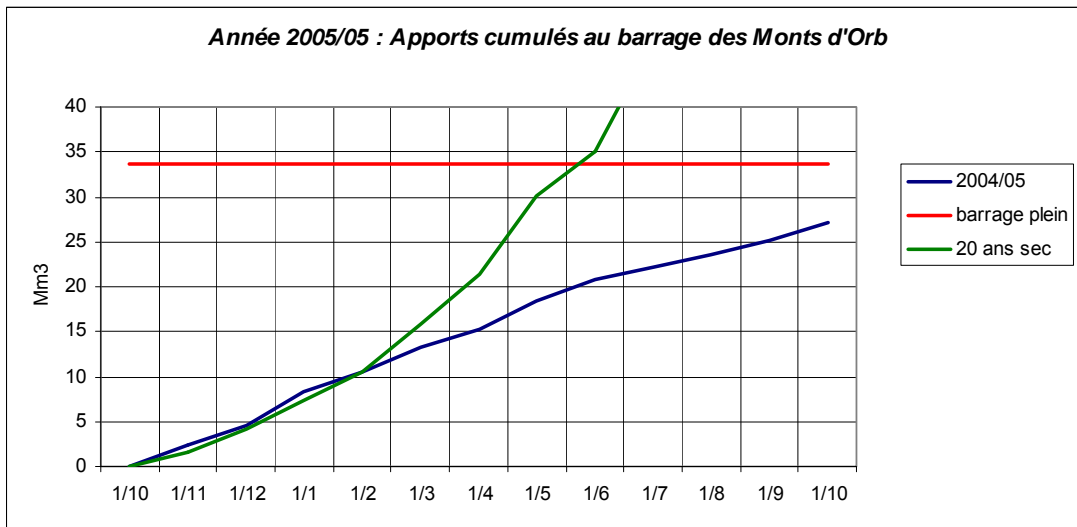
La seule séquence connue (sur 43 années) qui conduit, entre le 1^{er} octobre et le 1^{er} juin, à un apport inférieur au volume utile du barrage est celle du 1^{er} octobre 2004 au 1^{er} juin 2005 avec des apports de l'ordre de 21 Mm³.

Avec le respect du débit réservé de 150 l/s, de tels apports, en partant barrage vide au 29 septembre, conduit à un volume de 17,9 Mm³ au 1^{er} juin.

Les deux suivantes ont des apports de l'ordre du volume utile et les autres supérieurs.

Le graphe ci-après précise la séquence d'apports sur cette année 2004/2005 et la compare à la courbe des apports cumulés 20 ans sec (en fréquence expérimentale) déjà présentée plus haut.

Figure 41 : apports cumulés au barrage des Monts d'Orb pendant l'année 2004/05

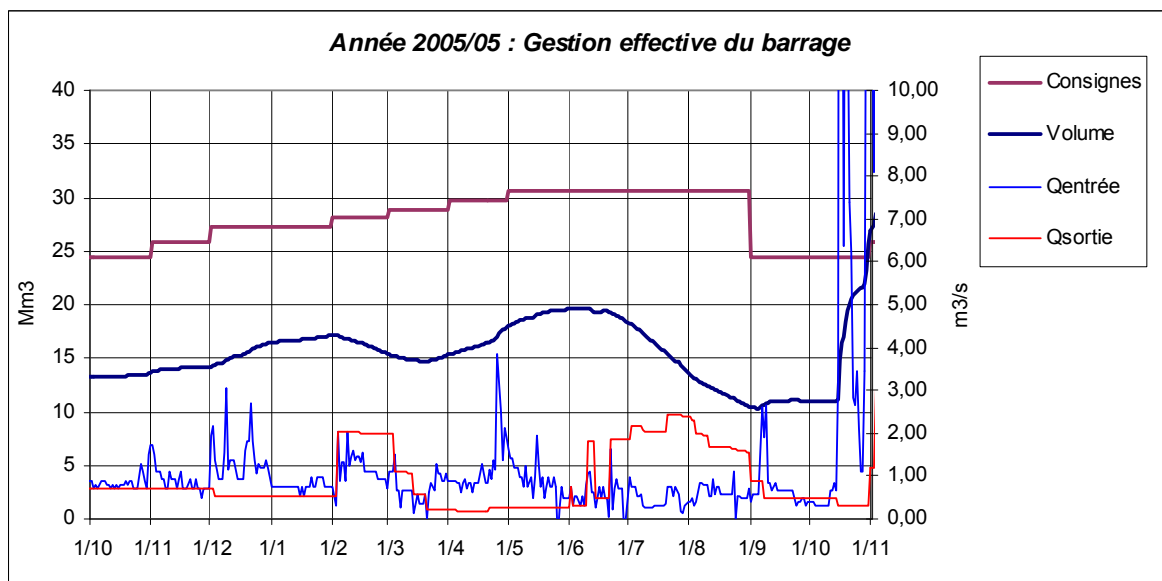


Jusqu'en février les apports correspondent globalement à une succession de mois secs (fréquence 1/20) puis à partir de février ils deviennent inférieurs et n'atteignent finalement pas le volume du barrage, y compris si on intègre les apports des mois d'été.

Le graphe suivant précise la gestion effective du barrage cette année-là. Le graphe montre, sur l'axe de gauche : les consignes de cote maximale d'exploitation appliquées par BRLE et l'évolution du volume du barrage, sur l'axe de droite : les débits entrant et sortant.

La saison de remplissage a démarré avec un barrage à environ 13 Mm³. Les débits turbinés et les apports ont été tels que le 1^{er} juin le barrage s'est trouvé avec un volume limité à 20 Mm³. En ayant limité les sorties au strict débit réservé, le barrage aurait pu en théorie atteindre au 1^{er} juin le volume de 31 Mm³ (13 - 3,2 pour respect du Qr + 21 d'apports).

Figure 42 : gestion effective du barrage des Monts d'Orb pendant l'année 2004/05



5.1.3 Espérance d'apports avec prise en compte d'une courbe de remplissage visant à maintenir un volume d'écrêtement dans le barrage

Dans ce chapitre, on prend en compte une contrainte de niveau maximal à maintenir dans le barrage vis-à-vis de l'écrêtement des crues et on analyse son impact sur l'espérance de remplissage au 1^{er} juin.

Pour ce faire, le modèle développé dans le cadre de cette étude (présenté dans la suite du rapport) a été utilisé. La modélisation intègre la restitution du débit réservé

Deux tests ont été effectués :

- avec les niveaux maximums dans la retenus utilisés actuellement (cf. chapitre 6.1)
- avec un niveau maximum plus bas pendant la période hydrologique d'automne (du 1^{er} septembre au 30 novembre) pris à 417,5 mNGF, correspondant à la cote permettant d'écrêter une crue décennale.

Les résultats pour ces deux simulations sont identiques : seule l'année hydrologique 2004/2005 sur la période modélisée (1968-2006) ne permet pas d'atteindre le remplissage maximum (30,6 Mm³) au 1^{er} juin. Pour cette année de défaillance, le volume atteint au 1^{er} juin est de 17,8 Mm³ soit une différence de 12,8 Mm³ avec le barrage plein. La consigne de cote maximale à maintenir n'aggrave pas dans ce cas précis la défaillance (sans cette consigne, le remplissage n'est pas amélioré).

L'année 2001/2002 est limite avec un remplissage à 29,7 Mm³, pour toutes les autres années le remplissage atteint 30,6 Mm³.

Conclusion :

Statistiquement, en l'état actuel du climat, la répartition des apports au barrage est telle qu'**elle permet de satisfaire son remplissage complet au 1^{er} juin, avec seulement une année de défaillance sur 43 années**, (test sur la série 1968 à 2006, défaillance en 2004/2005), y compris en intégrant la courbe actuelle de gestion que BRLE s'impose pour maintenir un creux d'écrêtement dans l'ouvrage.

Le résultat est identique en accentuant ce creux sur la période septembre à fin novembre (barrage maintenu à 417,5 mNGF au lieu de 426 mNGF actuellement).

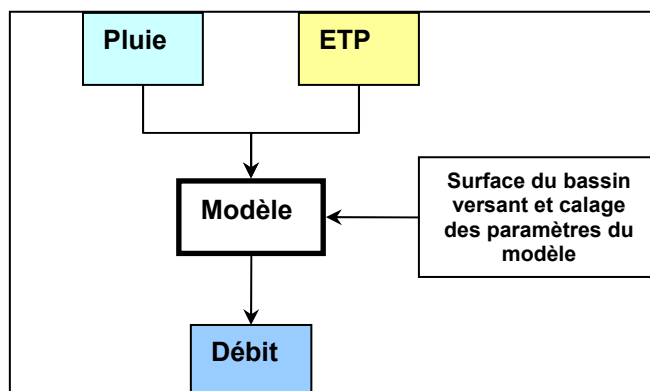
NB : ce calcul n'intègre pas l'usage turbinage pour hydroélectricité qui est par ailleurs réalisé.

5.2 CALAGE D'UN MODÈLE PLUIE - DÉBIT

5.2.1 Objectif et Principe

Un modèle pluie-débit est un outil capable de transformer, à l'échelle d'un bassin versant, le signal « précipitations » et le signal « évapo-transpiration » en un signal « débit à l'aval du bassin versant ».

Figure 43 : Principe d'un modèle Pluie-Débit



Il existe des modèles à différents pas de temps : infra-journalier, journalier, mensuel, ... Un modèle au pas de temps mensuel transforme de la pluie et de l'ETP mensuelles en débit mensuel, etc.

Dans le cas du barrage des Monts d'Orb, le calage d'un modèle pluie-débit sur le bassin amont du barrage peut avoir trois objectifs :

- Simuler les conséquences sur les apports au barrage de ruptures climatiques sur les températures ou les précipitations. **Il s'agit alors d'approcher les conséquences possibles de changements climatiques.** Dans ce cas, on utilise le modèle en appliquant des « forçages » aux séries climatiques historiques. Ces forçages sont du type « augmentation ou réduction de tel pourcentage des précipitations ou de la température sur tel mois ».
- Un tel modèle permettrait également de faire des prévisions, sur quelques jours (horizon des prévisions climatiques), des apports à venir dans la retenue, à partir d'un état initial connu de la réserve et du bassin versant. Cette prévision peut constituer une aide à la décision pour la gestion de l'ouvrage à court terme (une à deux semaines),
- Un tel modèle, s'il est très fin en termes de pas de temps (infra-horaire), peut constituer une aide à la décision en situation de crue probable ou en cours : il permet de mettre à jour en temps réel une prévision de débits entrant à partir de prévision fine de pluie sur le bassin versant. Le bassin versant étant à temps de réaction très rapide, un tel modèle ne vaut que si il est couplé avec des prévisions de pluies précises (pas de temps horaire ou infra-horaire) et localisées (données du type analyse d'images radar).

Dans la présente étude, **il s'agira d'utiliser le modèle pour le seul premier objectif.**

NB : si le calage d'un modèle au pas de temps journalier est réalisé avec succès, le modèle construit pourra constituer le point de départ (dans une autre étude) d'une démarche visant le deuxième objectif. Le troisième objectif fait appel à des modèles pluies-débit infra journalier qui ne seront pas utilisés ici.

5.2.2 Données utilisées

Le modèle fait appel aux données suivantes :

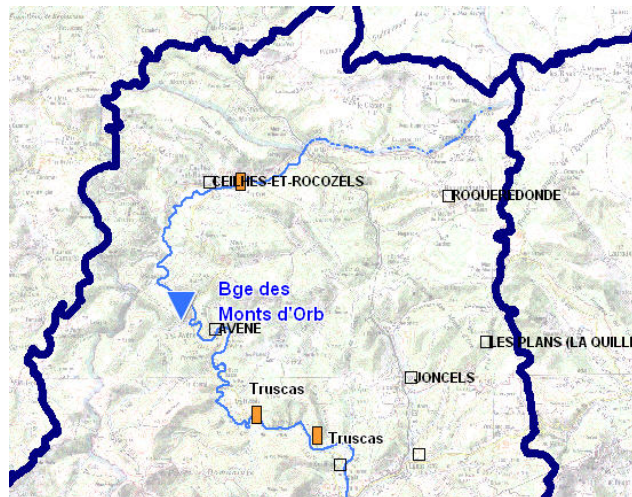
- lame précipitée sur le bassin versant,
- évapotranspiration,
- série de référence sur le débit entrant dans le barrage

LAME PRÉCIPITÉE SUR LE BASSIN VERSANT

Cette lame d'eau est reconstituée avec le pluviomètre de Roqueredonde. Il n'existe pas d'autres postes sur ou proche du bassin versant avec des chroniques d'observation suffisantes hormis celui au barrage mais ses données ne sont pas toutes connues et ne sont pas numérisées.

Les postes pluviométriques Météo-France sont localisés sur la carte suivante :

Figure 44 : Localisation des postes pluviométriques existants sur le bassin versant amont



Les données au pas de temps journalier (série 1970-2007) ont été acquises auprès de Météo-France dans le cadre de la présente étude. En précipitations annuelles, les quantiles sont les suivants :

Tableau 16 : Lame précipitée sur le bassin versant du barrage des Monts d'Orb - Quantiles expérimentaux sur la série 1970 - 2007

Période de retour	Centile (mm)	V précipité sur le bassin (Mm3)
10 ans sec	1004	125
5 ans sec	1138	142
2 ans	1454	182
5 ans humide	1706	213
10 ans humide	1794	224

ETP

Il n'existe pas de station météorologique suffisamment proche pour avoir une ETP représentative du bassin versant. Cependant Météo-France fournit des valeurs d'ETP sur toute la France grâce à une spatialisation des données. Les données au point de la grille d'ETP le plus proche du barrage ont donc été acquises auprès de Météo-France dans le cadre de la présente étude.

Les quantiles que l'on peut extraire de ces données sont les suivants :

Tableau 17 : ETP sur le bassin du barrage des Monts d'Orb - Quantiles expérimentaux sur la série 1970 - 2007

Période de retour	Centile (mm)
10 ans sec	1281
5 ans sec	1241
2 ans	1153
5 ans humide	1067
10 ans humide	981

DÉBITS ENTRANT DANS LE BARRAGE

Ces débits ont été estimés à partir de la variation de cote de la retenue et des débits lâchers, connus au pas de temps journalier depuis la mise en eau du barrage.

5.2.3 Modèles utilisés

On a testé les modèles GR4J (modèle Journalier à 4 paramètres) et GR2M (modèle mensuel à 2 paramètres) développé par le CEMAGREF. Ces modèles sont décrits en détail en annexe.

5.2.4 Calage du modèle

Les modèles ont été testés sur la série 1970 – 2007.

Le modèle permet de choisir la période de calage. Le bon calage du modèle est estimé à partir du critère de NASH sur différents paramètres mais aussi de manière graphique (superposition des débits observés et calculés).

Le calage est meilleur avec le modèle mensuel.

Par un calage sur le bilan (qui conduit à évaluer le volume total écoulé sur la période de calage pour l'ensemble de la période des deux séries observée et calculée) les critères de Nash sur les débits, leur racine carré et leur logarithme népérien sont respectivement de 84 %, 88% et 86%.

A l'échelle annuelle, les erreurs commises sont les suivantes pour les volumes écoulés :

	Q observé Mm3/an	Q calculé Mm3/an	delta %
1 972	189	234	24%
1 973	88	77	-12%
1 974	110	113	2%
1 975	85	73	-14%
1 976	114	119	4%
1 977	121	142	17%
1 978	119	124	4%
1 979	117	117	0%
1 980	137	105	-23%
1 981	109	84	-23%
1 982	140	139	0%
1 983	73	67	-9%
1 984	126	101	-20%
1 985	70	59	-16%
1 986	91	81	-10%
1 987	119	110	-8%
1 988	92	107	16%
1 989	62	45	-27%
1 990	58	71	22%
1 991	67	74	9%
1 992	121	110	-9%
1 993	116	132	14%
1 994	135	136	0%
1 995	106	125	17%
1 996	260	306	17%
1 997	133	165	24%
1 998	66	77	16%
1 999	132	99	-25%
2 000	74	69	-8%
2 001	67	66	-1%
2 002	76	71	-6%
2 003	146	131	-10%
2 004	124	118	-5%
2 005	61	57	-6%
2 006	97	87	-10%
2 007	56	68	22%

On note que l'erreur commise (différence relative du volume écoulé observé et du volume écoulé calculé) se situe entre 0 et 25% selon les années.

5.3 APPROCHE DE L'IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES APPORTS AU BARRAGE

5.3.1 Méthode

Comme explicité plus haut, on cherche à approcher ici les conséquences, en termes d'alimentation de la retenue du barrage, des modifications du climat qui pourraient intervenir dans les décennies à venir.

La méthode utilisée est la suivante :

1/ on reproduit, par un modèle pluie-ETP-débit, les écoulements observés sur le bassin (objet du sous-chapitre précédent) pour la série connue (1968-2006) ;

2/ on applique aux données d'entrée du modèle (pluie et ETP) des variations (appelé « forçage ») traduisant le changement climatique supposé.

$$\text{Pluie du jour } j \text{ ou du mois } m \text{ futur} = \text{pluie du jour } j \text{ ou du mois } m \text{ de la série observée} \times \text{forçage (\%)}$$

$$T^{\circ} \text{ du jour } j \text{ ou du mois } m \text{ futur} = T^{\circ} \text{ du jour } j \text{ ou du mois } m \text{ de la série observée} + \text{forçage (variation absolue)}$$

On utilise, pour ce forçage, la méthode des anomalies :

On tire de résultats de modèles globaux de l'atmosphère des différences entre un état de référence (« le présent ») et un état futur pour la pluie et la température. On traduit ensuite les variations de température en variation d'ETP.

Il est à noter que cette méthode ne vient pas modifier la répartition temporelle des grandeurs étudiées.

3/ on applique les nouvelles séries de pluies et d'ETP au modèle pluie-ETP-débit qui permet, toutes choses égales par ailleurs, de calculer les écoulements correspondant. On compare les écoulements sur cette nouvelle série (« écoulements futurs ») aux écoulements sur la série de référence (« écoulements présents »).

Remarques : Ce type d'approche, appliquée classiquement dans les études d'impact du changement climatique, soulève de nombreuses questions méthodologiques, qui dépassent la présente étude.

Une de questions est celle relative aux différences d'échelle entre les modèles globaux de l'atmosphère et les approches très locales (comme celle présentée ici) qui sont tirés de leurs résultats. Sur cette question on pourra en particulier consulter le site suivant :

www.cerfacs.fr/globc/links/presentation/these_julien_boe/these_boe.ppt#256.1.Changemen

5.3.2 Données utilisées

Dans la présente étude, nous avons retenu les forçages disponibles sur le site Internet du projet scientifique PRUDENCE (<http://prudence.dmi.dk>).

"Data have been provided through the PRUDENCE data archive, funded by the EU through contract EVK2-CT2001-00132."⁷

⁷ Mention légale d'utilisation des données du site.

Ce site met en ligne, gratuitement, des séries de pluies et de température modifiées issus de différents modèles atmosphériques globaux développés par des laboratoires de recherche dans le domaine (Météo France, Danish Meteorological Institute, Hadley Centre, ...). Pour l'ensemble des modélisations, la série utilisée est 1960-1991 projeté en 2071-2100. Pour chacun des 6 modèles, les résultats sont donnés pour les deux scénarios A2 et B2 d'évolution de la concentration en gaz à effets de serre. Il s'agit de deux des scénarios développés par le GIEC (Groupe d'Expert Intergouvernemental sur l'évolution du climat).

On trouvera en annexe :

- une présentation du programme de recherche PRUDENCE,
- des détails sur les modèles globaux pour lesquels ce programme synthétise et compare des résultats
- le rapport du GIEC sur les scénarios d'émission (rapport à l'intention des décideurs).

Les différents modèles fournissent des résultats sur des grilles de côté 0,5 ° (soit en environ 50 km). Le point de coordonnées latitude : 43,75°N; longitude : 3,25°E a été retenu comme représentatif du bassin du barrage.

On a retenu pour ce points 6 modèles (avec deux variantes pour deux d'entre eux) soit au total 8 modélisations, et ceci pour chacun des deux scénarios A2 et B2 d'émissions de gaz à effet de serre.

La synthèse des données utilisées, pour les pluies et pour les températures, est présentée en page suivante. Elle montre les résultats mis en ligne par le programme PRUDENCE pour le point considéré pour chacune des 8 modélisations et leurs moyennes.

On note globalement une convergence des modèles en tendance. Les écarts en valeur absolue restent cependant importants.

On présente également dans cette synthèse les résultats de calculs de la traduction, sur la valeur de l'ETP, des variations attendues des températures. Ces calculs sont établis dans le cadre de la présente étude à partir de la formule de Penman en supposant tous ses autres paramètres inchangés.

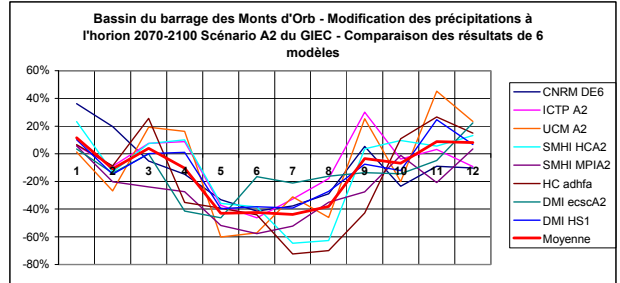
A l'échelle annuelle, les variations moyennes sont :

- Pour le scénario A2 :
 - ◆ une baisse de 11% des précipitations,
 - ◆ une hausse de 4,4 °C de la température,
 - ◆ une hausse de 15 % de l'ETP,
- Pour le scénario B2 :
 - ◆ une baisse de 8 % des précipitations,
 - ◆ une hausse de 3,2 °C de la température,
 - ◆ une hausse de 10 % de l'ETP.

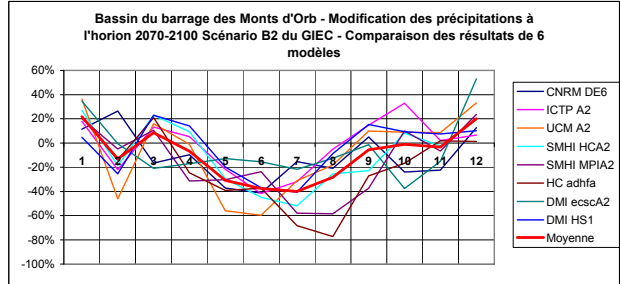
Changement climatique à l'horizon 2070-2100
Variations mensuelles moyennes avec la période 1960-1990 calculées
dans le cadre du projet "PRUDENCE" (*)
point de coordonnées lat : 43,75 ° - long : 3,25 °

Pluie (%)

modélisation	A2								
	CNRM	ICTP	UCM	SMHI		HC	DMI		Moyenne
	DE6	A2	A2	HCA2	MPIA2	adhfa	ecscA2	HS1	
1	36%	6%	1%	23%	6%	7%	4%	10%	12%
2	20%	-9%	-27%	-13%	-20%	-9%	-14%	-15%	-11%
3	-5%	8%	19%	7%	-24%	26%	0%	0%	4%
4	-15%	9%	16%	10%	-27%	-35%	-41%	1%	-10%
5	-33%	-37%	-60%	-36%	-52%	-39%	-46%	-40%	-43%
6	-41%	-46%	-57%	-38%	-58%	-44%	-17%	-38%	-42%
7	-38%	-33%	-31%	-65%	-52%	-72%	-21%	-39%	-44%
8	-29%	-18%	-46%	-63%	-35%	-70%	-16%	-27%	-38%
9	5%	30%	25%	4%	-28%	-43%	-14%	-7%	-3%
10	-23%	-4%	-20%	10%	-1%	11%	-14%	-12%	-7%
11	-9%	3%	45%	6%	-21%	27%	-5%	25%	9%
12	-10%	-9%	23%	13%	3%	15%	22%	7%	8%
année	-13%	-8%	-9%	-5%	-22%	-10%	-14%	-10%	-11%

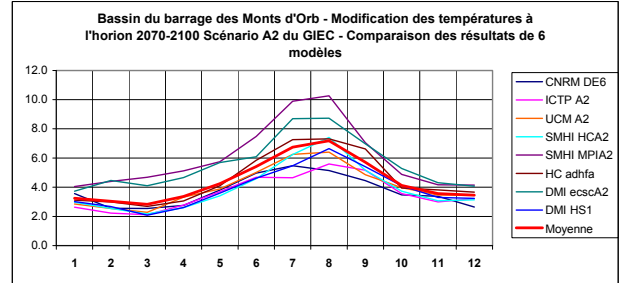


modélisation	B2								
	CNRM	ICTP	UCM	SMHI		HC	DMI		Moyenne
	DE5	B2	B2	HCB2	MPIB2	adhfd	ecscB2	HB1	
1	12%	18%	36%	27%	20%	22%	35%	5%	22%
2	26%	-22%	-46%	-19%	-5%	-14%	-1%	-25%	-13%
3	-17%	13%	16%	23%	11%	21%	-21%	23%	9%
4	-10%	5%	-1%	9%	-31%	-25%	-17%	14%	-7%
5	-37%	-22%	-56%	-30%	-30%	-39%	-13%	-20%	-31%
6	-41%	-42%	-60%	-45%	-24%	-37%	-15%	-37%	-38%
7	-15%	-32%	-31%	-52%	-58%	-68%	-22%	-41%	-40%
8	-21%	-5%	-18%	-26%	-59%	-77%	-13%	-9%	-28%
9	5%	15%	10%	-23%	-37%	-27%	-1%	15%	-5%
10	-24%	33%	9%	8%	10%	-17%	-38%	9%	-1%
11	-22%	2%	9%	-2%	-7%	2%	-15%	7%	-3%
12	13%	7%	33%	19%	24%	1%	53%	10%	20%
année	-13%	-1%	-7%	-5%	-10%	-16%	-7%	-3%	-8%

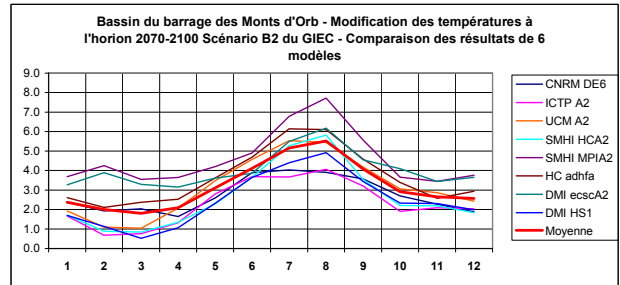


Température (°C)

modélisation	A2								
	CNRM	ICTP	UCM	SMHI		HC	DMI		Moyenne
	DE6	A2	A2	HCA2	MPIA2	adhfa	ecscA2	HS1	
1	3.6	2.6	2.9	3.0	4.0	3.1	3.7	3.0	3.2
2	2.5	2.2	2.5	2.5	4.4	3.0	4.5	2.7	3.0
3	2.5	2.1	2.3	2.2	4.7	2.7	4.1	2.1	2.8
4	2.8	2.8	3.3	2.6	5.1	3.1	4.7	2.6	3.4
5	3.8	3.7	3.9	3.4	5.8	4.1	5.7	3.6	4.2
6	5.0	4.7	5.0	4.6	7.5	5.8	6.1	4.6	5.4
7	5.5	4.6	6.3	6.2	9.9	7.3	8.7	5.5	6.7
8	5.1	5.6	6.4	7.4	10.3	7.3	8.7	6.6	7.2
9	4.5	5.2	4.9	5.2	7.1	6.6	7.0	5.4	5.7
10	3.5	3.6	4.0	3.7	4.9	4.0	5.3	4.1	4.1
11	3.4	3.0	3.5	3.1	4.2	3.8	4.3	3.3	3.6
12	2.6	3.2	3.4	3.1	4.1	3.7	4.1	3.2	3.4
année	3.7	3.6	4.0	3.9	6.0	4.5	5.6	3.9	4.4



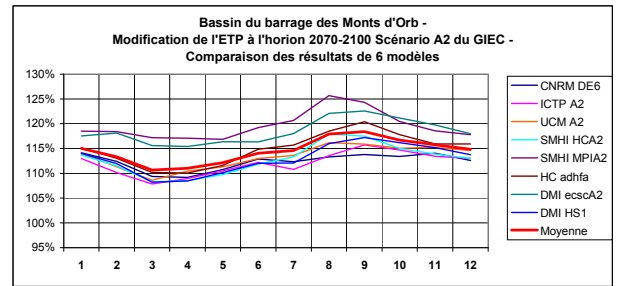
modélisation	B2								
	CNRM	ICTP	UCM	SMHI		HC	DMI		Moyenne
	DE5	B2	B2	HCB2	MPIB2	adhfd	ecscB2	HB1	
1	2.4	1.7	1.9	1.7	3.7	2.6	3.3	1.7	2.4
2	1.9	0.7	1.1	0.9	4.3	2.1	3.9	1.1	2.0
3	2.0	0.8	1.0	0.8	3.5	2.4	3.3	0.5	1.8
4	1.6	1.3	2.1	1.3	3.6	2.5	3.2	1.1	2.1
5	2.6	2.8	3.5	2.3	4.2	3.6	3.6	2.3	3.1
6	3.9	3.7	4.6	3.7	4.9	4.7	3.9	3.6	4.1
7	4.0	3.7	5.5	5.3	6.8	6.1	5.5	4.4	5.2
8	3.9	4.1	5.4	5.8	7.7	6.1	6.2	4.9	5.5
9	3.6	3.2	4.2	3.5	5.6	4.6	4.5	3.4	4.1
10	2.7	1.9	3.1	2.2	3.7	3.4	4.1	2.3	2.9
11	2.3	2.1	2.9	2.2	3.4	2.6	3.4	2.3	2.6
12	1.9	2.0	2.4	1.8	3.8	2.9	3.7	2.0	2.6
année	2.7	2.3	3.1	2.6	4.6	3.6	4.0	2.5	3.2



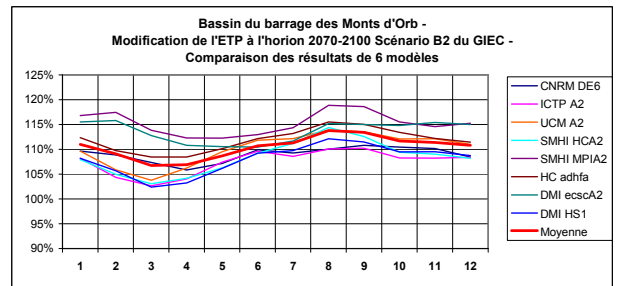
(*) "Data have been provided through the PRUDENCE data archive, funded by the EU through contract EVK2-CT2001-00132."

ETP (%)

A2									
	CNRM	ICTP	UCM	SMHI		HC	DMI		Moyenne
modélisation	DE6	A2	A2	HCA2	MPIA2	adhfa	ecscA2	HS1	
1	114%	113%	114%	114%	119%	115%	118%	114%	115%
2	112%	110%	111%	111%	118%	113%	118%	112%	113%
3	109%	108%	109%	108%	117%	110%	116%	108%	111%
4	109%	109%	110%	108%	117%	110%	115%	108%	111%
5	111%	111%	111%	110%	117%	112%	116%	110%	112%
6	113%	112%	113%	112%	119%	115%	116%	112%	114%
7	112%	111%	114%	113%	121%	116%	118%	112%	115%
8	113%	114%	116%	118%	126%	119%	122%	116%	118%
9	114%	116%	116%	117%	124%	120%	123%	117%	118%
10	113%	115%	115%	115%	120%	118%	121%	116%	117%
11	114%	113%	115%	114%	119%	116%	120%	115%	116%
12	113%	113%	115%	113%	118%	116%	118%	114%	115%
année	112%	112%	113%	113%	120%	115%	118%	113%	115%



B2									
	CNRM	ICTP	UCM	SMHI		HC	DMI		Moyenne
modélisation	DE5	B2	B2	HCB2	MPIB2	adhfd	ecscB2	HB1	
1	110%	108%	110%	108%	117%	112%	116%	108%	111%
2	109%	104%	106%	105%	117%	110%	116%	106%	109%
3	107%	103%	104%	103%	114%	108%	113%	102%	107%
4	106%	104%	106%	104%	112%	108%	111%	103%	107%
5	107%	107%	110%	106%	112%	110%	111%	106%	109%
6	110%	110%	112%	109%	113%	112%	110%	109%	111%
7	109%	109%	112%	111%	114%	113%	112%	110%	111%
8	110%	110%	114%	114%	119%	116%	115%	112%	114%
9	111%	110%	114%	113%	119%	115%	115%	111%	113%
10	110%	108%	112%	109%	115%	113%	115%	109%	112%
11	110%	108%	112%	109%	115%	112%	115%	110%	111%
12	108%	108%	111%	108%	115%	111%	115%	109%	111%
année	109%	107%	110%	108%	115%	112%	114%	108%	110%



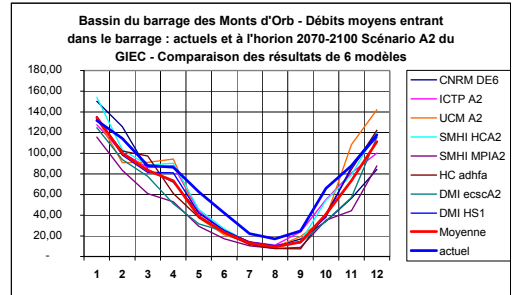
5.3.3 Traduction des hypothèses de changement climatique sur les écoulements mensuels au barrage

Pour les deux scénarios A2 et B2 et pour chacune des 8 modélisations, on établit le calcul, à partir du modèle pluie-ETP-débit, des apports au barrage.

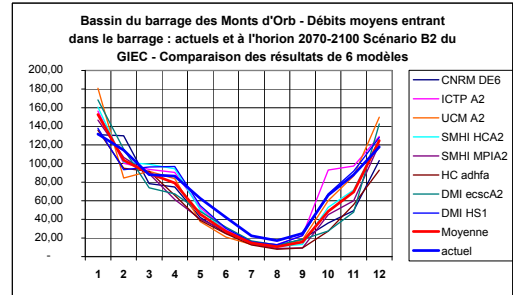
On présente ci-après les résultats, en débits moyens mensuels et annuels, et on les compare avec la série historique non modifiée.

débits moyens mensuels (m3/s)

actuel	A2									
	CNRM	ICTP	UCM	SMHI		HC	DMI		Moyenne	
	DE6	A2	A2	HCA2	MPIA2	adhfa	ecscA2	HS1		
1	131,71	150,37	127,38	134,08	154,12	115,56	132,49	124,65	135,42	134,66
2	114,36	125,88	100,71	90,84	103,57	83,48	102,16	93,89	98,25	99,99
3	88,08	84,21	86,04	91,14	88,50	60,95	97,28	77,65	81,45	83,36
4	86,47	72,19	88,00	94,43	90,46	52,95	61,07	51,29	81,09	73,21
5	62,61	42,54	44,34	37,31	45,66	29,37	37,90	31,62	41,93	38,80
6	42,17	24,93	24,85	21,09	26,79	17,34	22,85	24,46	25,47	23,45
7	22,24	13,93	14,25	12,93	13,41	10,37	11,77	13,99	14,06	13,08
8	17,19	10,25	11,00	9,06	8,78	7,80	7,75	10,46	10,40	9,36
9	24,94	17,04	23,86	19,37	14,56	8,86	7,64	13,35	14,73	14,03
10	66,06	34,01	55,10	37,64	54,59	35,31	41,51	34,48	38,75	40,97
11	87,95	56,45	80,86	108,40	78,87	44,35	84,31	57,08	86,84	73,40
12	117,83	84,25	100,21	142,15	121,94	87,82	122,21	115,68	115,77	111,33
année	106,84	88,79	93,82	99,01	99,36	68,72	90,39	80,43	92,28	88,74

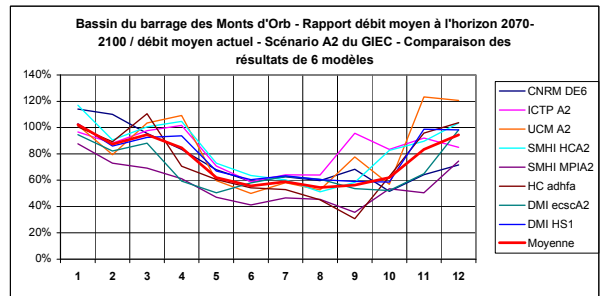


actuel	B2									
	CNRM	ICTP	UCM	SMHI		HC	DMI		Moyenne	
	DE5	B2	B2	HCB2	MPIB2	adhfd	ecscB2	HB1		
1	131,71	131,10	156,24	180,93	160,63	146,84	135,96	168,40	138,02	152,82
2	114,36	129,93	100,34	84,38	101,29	106,63	94,93	115,46	93,39	103,64
3	88,08	78,26	93,67	91,63	99,15	89,03	91,75	73,86	96,18	89,48
4	86,47	74,79	90,45	83,88	94,37	61,22	65,92	67,43	96,74	79,05
5	62,61	42,08	52,72	37,69	50,32	40,42	38,91	48,52	54,85	45,64
6	42,17	25,12	28,47	20,89	27,35	27,15	24,46	31,61	30,14	26,88
7	22,24	15,22	15,89	12,92	14,34	13,53	12,43	16,77	15,75	14,57
8	17,19	11,38	12,73	10,22	10,81	8,86	7,90	12,51	12,56	10,68
9	24,94	18,65	22,72	17,98	12,95	9,12	9,20	18,24	22,49	15,57
10	66,06	36,12	93,03	60,24	52,95	44,95	27,34	27,40	67,42	48,75
11	87,95	49,40	97,34	86,81	71,56	60,00	55,79	47,82	91,83	69,47
12	117,83	103,20	129,13	149,91	125,62	120,62	92,76	142,57	127,93	124,54
année	106,84	88,69	110,67	103,85	101,85	90,32	81,51	95,55	105,06	96,86

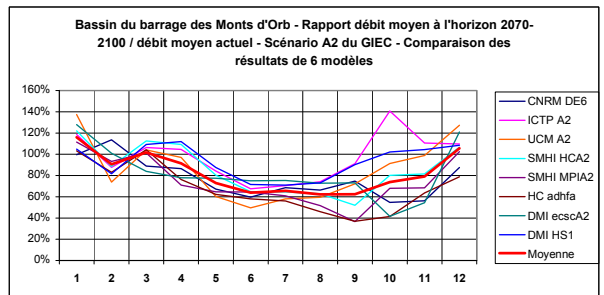


écart des débits moyens mensuels par rapport au débit actuel (%)

modélisation	A2									
	CNRM	ICTP	UCM	SMHI		HC	DMI		Moyenne	
DE6	A2	A2	HCA2	MPIA2	adhfa	ecscA2	HS1			
1	114%	97%	102%	117%	88%	101%	95%	103%	102%	
2	110%	88%	79%	91%	73%	89%	82%	86%	87%	
3	96%	98%	103%	100%	69%	110%	88%	92%	95%	
4	83%	102%	109%	105%	61%	71%	59%	94%	85%	
5	68%	71%	60%	73%	47%	61%	51%	67%	62%	
6	59%	59%	50%	64%	41%	54%	58%	60%	56%	
7	63%	64%	58%	60%	47%	53%	63%	63%	59%	
8	60%	64%	53%	51%	45%	45%	61%	60%	54%	
9	68%	96%	78%	58%	36%	31%	54%	59%	56%	
10	51%	83%	57%	83%	53%	63%	52%	59%	62%	
11	64%	92%	123%	90%	50%	96%	65%	99%	83%	
12	72%	85%	121%	103%	75%	104%	98%	98%	94%	
année	83%	88%	93%	93%	64%	85%	75%	86%	83%	



modélisation	B2									
	CNRM	ICTP	UCM	SMHI		HC	DMI		Moyenne	
DE5	B2	B2	HCB2	MPIB2	adhfd	ecscB2	HB1			
1	100%	119%	137%	122%	111%	103%	128%	105%	116%	
2	114%	88%	74%	89%	93%	83%	101%	82%	91%	
3	89%	106%	104%	113%	101%	104%	84%	109%	102%	
4	86%	105%	97%	109%	71%	76%	78%	112%	91%	
5	67%	84%	60%	80%	65%	62%	77%	88%	73%	
6	60%	67%	50%	65%	64%	58%	75%	71%	64%	
7	68%	71%	58%	64%	61%	56%	75%	71%	64%	
8	66%	74%	59%	63%	52%	46%	73%	73%	62%	
9	75%	91%	72%	52%	37%	37%	73%	90%	62%	
10	55%	141%	91%	80%	68%	41%	41%	102%	74%	
11	56%	111%	99%	81%	68%	63%	54%	104%	79%	
12	88%	110%	127%	107%	102%	79%	121%	109%	106%	
année	83%	104%	97%	95%	85%	76%	89%	98%	91%	



Les résultats suivants les modèles utilisés varient, si on se base sur le scénario « moyen », on constate que la diminution d'apport annuelle est de l'ordre de 17 % pour le scénario A2 et de 9 % pour le scénario B2.

Cependant si on observe les variations mensuelles, on constate que **les diminutions d'apports en période estivale** sont beaucoup plus importante : de l'ordre de **45% pour A2 et de 38% pour B2**.

Pour aller au delà de cette analyse, les séries d'apports observées ont été modifiées avec ces forçages mensuels (scénario moyen) et les courbes d'apports cumulés à partir du 1^{er} octobre ont été effectuées comme présentées au chapitre 5.1.2 (pour les apports actuels).

5.3.4 Traduction des hypothèses de changement climatique sur les espérances d'apports cumulés du 1^{er} octobre au mois N

Tableau 18 : Apports cumulés au barrage des Monts d'Orb du 1^{er} octobre au mois N - SCENARIO A2

Apports cumulés (Mm3) du 1er octobre au ... (série 1965-1994)
Centiles expérimentaux (scénario A2)

	années sèches				années humides			
	20 ans	10 ans	5 ans	2 ans	5 ans	10 ans	20 ans	
1/10	0	0	0	0	0	0	0	
1/11	1	1	1	4	10	15	17	
1/12	3	3	4	13	25	33	37	
1/1	6	8	9	24	40	49	53	
1/2	11	13	17	41	54	65	76	
1/3	18	22	30	52	68	89	93	
1/4	24	31	40	66	87	99	105	
1/5	33	37	49	77	95	111	114	
1/6	37	41	53	86	103	118	125	
1/7	39	43	55	98	107	120	129	
1/8	40	44	56	90	109	122	132	
1/9	41	46	58	91	111	123	133	
1/10	44	53	60	94	117	124	136	

Apports cumulés (Mm3) du 1er octobre au ... (série 1965-2007)
Centiles expérimentaux (scénario A2)

	années sèches				années humides			
	20 ans	10 ans	5 ans	2 ans	5 ans	10 ans	20 ans	
1/10	0	0	0	0	0	0	0	
1/11	1	1	1	3	10	14	15	
1/12	3	3	4	14	26	33	36	
1/1	6	7	9	24	45	56	61	
1/2	9	13	18	42	61	82	87	
1/3	13	21	28	52	76	95	101	
1/4	19	28	36	66	90	106	120	
1/5	26	35	45	77	98	115	128	
1/6	29	37	50	85	105	125	135	
1/7	36	39	53	87	110	128	142	
1/8	39	41	54	89	113	130	144	
1/9	40	42	56	90	114	132	146	
1/10	41	47	58	93	117	133	149	

Ajustement à une loi log normale (scénario A2)

1/10	0	0	0	0	0	0	0
1/11	1	1	1	4	9	14	21
1/12	2	3	5	11	23	35	49
1/1	6	8	11	20	38	53	70
1/2	12	15	20	34	58	77	96
1/3	19	23	30	47	73	93	113
1/4	27	32	39	59	89	110	131
1/5	35	40	49	70	100	120	141
1/6	38	44	53	76	107	128	149
1/7	41	48	57	79	110	130	150
1/8	43	49	58	81	111	132	152
1/9	44	50	60	82	113	133	153
1/10	47	53	62	85	115	135	154

Ajustement à une loi log normale (scénario A2)

1/10	0	0	0	0	0	0	0
1/11	1	1	2	4	8	13	19
1/12	3	4	5	11	23	35	48
1/1	6	8	11	21	42	60	80
1/2	12	15	20	36	65	88	113
1/3	17	21	28	47	80	106	133
1/4	23	28	36	59	96	123	152
1/5	29	35	44	69	106	134	162
1/6	33	39	49	75	114	142	171
1/7	35	42	52	78	117	144	172
1/8	36	43	53	79	118	146	174
1/9	37	44	54	81	120	147	175
1/10	39	46	56	83	122	149	176

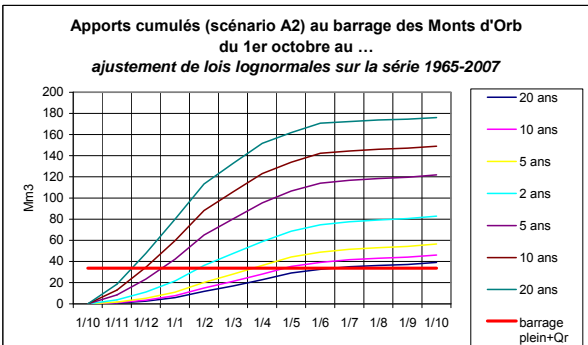
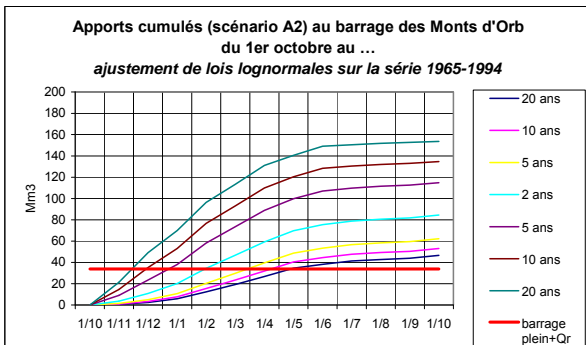
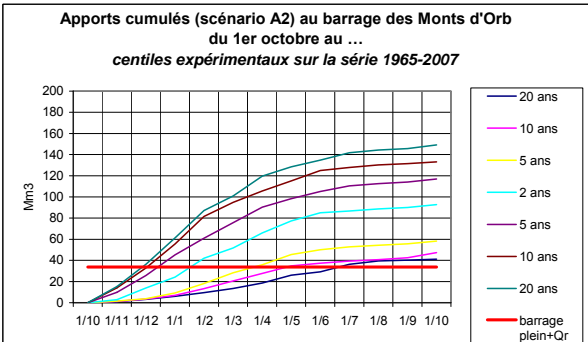
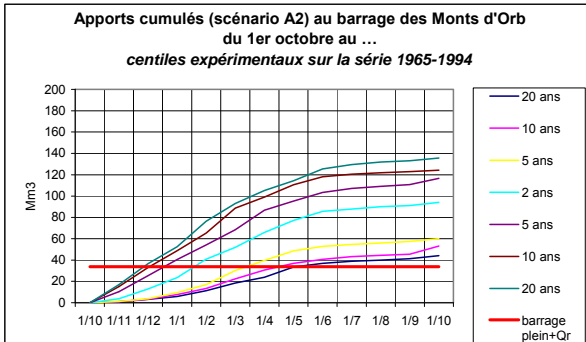


Tableau 19 : Apports cumulés au barrage des Monts d'Orb du 1^{er} octobre au mois N - SCENARIO B2

Apports cumulés (Mm3) du 1er octobre au ... (série 1965-1994)
Centiles expérimentaux (scénario B2)

	années sèches				années humides			
	20 ans	10 ans	5 ans	2 ans	5 ans	10 ans	20 ans	
1/10	0	0	0	0	0	0	0	
1/11	1	1	2	5	12	18	20	
1/12	3	3	4	14	27	35	37	
1/1	6	8	10	25	44	51	56	
1/2	12	15	18	45	59	73	85	
1/3	20	24	33	57	75	98	102	
1/4	26	32	42	70	95	109	116	
1/5	36	39	52	83	104	123	124	
1/6	39	44	57	91	113	132	137	
1/7	42	47	59	94	118	134	142	
1/8	44	48	61	97	120	136	145	
1/9	45	50	62	98	122	137	146	
1/10	48	58	65	100	128	139	149	

Ajustement à une loi log normale (scénario B2)

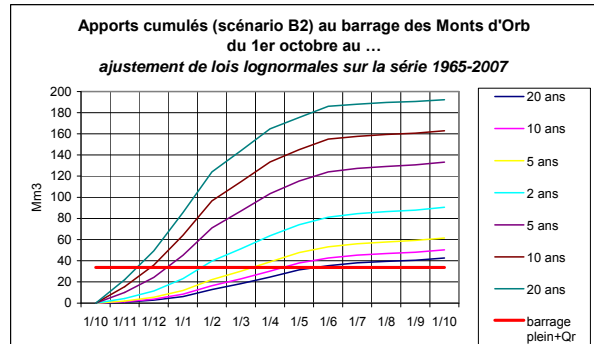
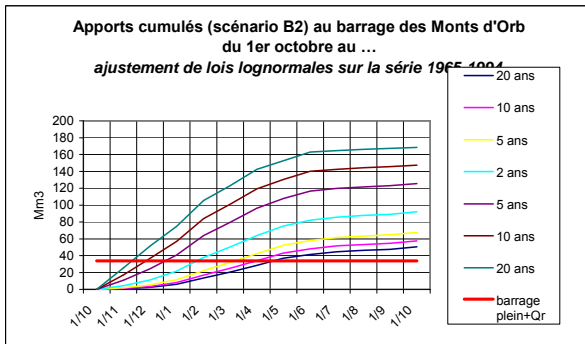
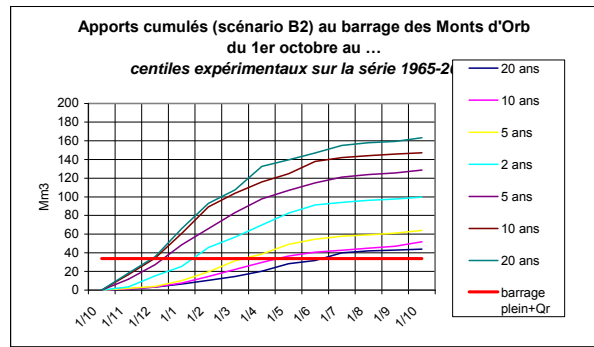
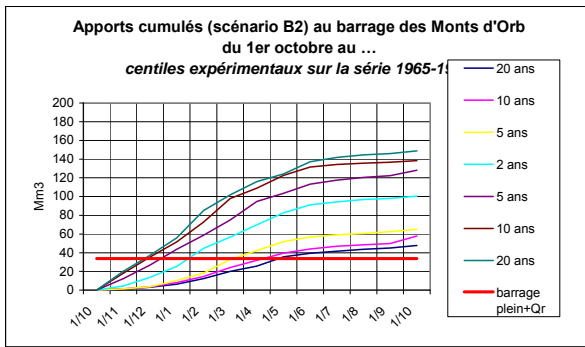
1/10	0	0	0	0	0	0	0
1/11	1	1	2	4	11	17	25
1/12	2	3	5	11	24	37	51
1/1	6	8	12	22	41	57	75
1/2	13	17	22	38	64	84	105
1/3	21	25	32	50	80	101	123
1/4	29	34	42	64	96	119	142
1/5	37	43	52	75	108	131	153
1/6	41	48	58	82	117	140	163
1/7	45	52	61	86	120	142	165
1/8	46	53	63	88	122	144	166
1/9	48	55	65	89	123	146	167
1/10	50	58	68	92	125	147	168

Apports cumulés (Mm3) du 1er octobre au ... (série 1965-2007)
Centiles expérimentaux (scénario B2)

	années sèches				années humides			
	20 ans	10 ans	5 ans	2 ans	5 ans	10 ans	20 ans	
1/10	0	0	0	0	0	0	0	
1/11	1	1	2	3	12	17	18	
1/12	3	4	4	15	27	34	36	
1/1	7	8	10	25	48	61	66	
1/2	11	15	20	46	66	89	93	
1/3	15	22	31	57	83	104	107	
1/4	20	30	39	70	98	116	133	
1/5	28	36	49	83	107	125	140	
1/6	32	41	55	91	115	138	147	
1/7	40	43	58	94	121	142	155	
1/8	42	45	59	96	124	144	158	
1/9	43	47	61	98	125	146	159	
1/10	44	52	64	100	129	147	163	

Ajustement à une loi log normale (scénario B2)

1/10	0	0	0	0	0	0	0
1/11	1	1	2	4	10	15	22
1/12	3	4	5	12	24	36	49
1/1	6	8	12	23	45	64	86
1/2	13	16	22	40	71	96	124
1/3	18	23	30	51	87	115	144
1/4	25	30	39	64	103	133	165
1/5	31	38	48	74	115	145	175
1/6	35	43	53	81	124	155	186
1/7	38	45	56	85	127	158	188
1/8	39	47	58	86	129	159	190
1/9	41	48	59	88	131	161	191
1/10	43	50	62	91	133	163	192



Rappelons qu'en situation historique (analyse sur 1968-2006), 19 années sur 20 l'espérance d'apport est de 35 Mm³ au 1^{er} juin pour un volume de barrage de 34 Mm³ (volume du barrage augmenté du volume dévolu au débit réservé).

On constate qu'avec les hypothèses de changement climatique les espérances d'apport au 1^{er} juin diminuent de manière significative :

- dans le scénario B2, une année sur vingt on est en limite de remplissage du barrage au 1^{er} juin (32 Mm³),
- dans le scénario A2, une année sur vingt les apports au 1^{er} juin seraient inférieurs au volume du barrage (29 Mm³).

6. CONTRAINTES À CONSIDÉRER POUR L'EXPLOITATION DU BARRAGE

La gestion du barrage est opérée en considérant plusieurs contraintes. Certaines sont de type réglementaires et ont déjà été détaillée plus haut, d'autres sont fixées par l'exploitant lui-même.

Ce chapitre établit la synthèse des contraintes considérées actuellement pour la gestion hydraulique opérationnelle de l'ouvrage :

- consignes de crues. Afin de garder une tranche d'écrêtement dans le barrage pour les crues automnales et hivernales il existe une **cote maximale** à ne pas dépasser en fonction du mois. Le tableau suivant récapitule ;
- **cote minimale** à maintenir dans l'ouvrage ;
- **débit réservé** ;
- **satisfaction des besoins** et des **consignes**.

Ces points sont détaillés ci après.

6.1 CONSIGNES DE GESTION POUR L'ATTÉNUATION DES CRUES

OBLIGATION RÉGLEMENTAIRE

Comme explicité plus haut dans ce rapport, le barrage n'a pas pour vocation nominale d'écrêter les crues.

La réglementation liée à la présence d'un barrage évolue. Elle exige désormais la réalisation d'« études de danger » encadrées par le « Décret n°2007-1735 du 11 décembre 2007 relatif à la sécurité des ouvrages hydrauliques et au comité technique permanent des barrages et des ouvrages hydrauliques et modifiant le code de l'environnement ». Celui-ci est précisé par l' « Arrêté ministériel du 12 juin 2008 définissant le plan de l'étude de dangers des barrages et des digues et en précisant le contenu ».

Vis-à-vis de la prise en compte de l'aléa hydrologique, il est cité dans l'arrêté du 12 juin 2008 :

« Les cotes atteintes sont déterminées, dans le cas des barrages en remblais, pour les crues de période de retour 10 000 ans et, dans le cas des autres barrages, pour les crues de période de retour 1 000 ans et 5 000 ans. Toutefois, pour certains types d'ouvrages, cette période de retour pourra être limitée, par exemple à 1 000 ans, si, pour une crue supérieure, la présence de l'ouvrage n'apporte pas de risque supplémentaire significatif. »

Le barrage est de type voute béton, l'occurrence à prendre en compte serait donc comprise en 1 000 et 5 000 ans.

CONTRAINTES FIXÉES PAR L'EXPLOITANT

L'exploitant se fixe actuellement des consignes de cotes maximales à ne pas dépasser afin de conserver une tranche d'écrêtement dans le barrage, en particulier pour les crues automnales et hivernales.

Le tableau suivant récapitule ces cotes :

Tableau 20 : Courbe de consigne « Cote maximale pour maintien d'un creux d'écrêtement » actuellement utilisée par l'exploitant

mois	Cote à ne pas dépasser (m NGF)	Volume disponible pour l'écrêtement (Mm3)
janvier	428	7,9
février	428,5	7,1
mars	429	6,3
avril	429,5	5,5
mai	430	4,6
juin	430	4,6
juillet	430	4,6
août	430	4,6
septembre	426	10,9
octobre	426	10,9
novembre	427	9,5
décembre	428	7,9

6.2 VITESSE D'ABAISSMENT DU PLAN D'EAU

Pour des raisons de stabilité des berges de la retenue, la vitesse de descente du plan d'eau ne doit pas dépasser (note de service du 22 mai 1978) :

- Au dessus de la cote 427, vitesse normale : 5 cm/h ; vitesse maxi : 10 cm/h et exceptionnellement à 20cm/h en cas d'urgence
- En dessous de la cote 427, maxi : 5cm/h ; exceptionnel : 10cm/h.

6.3 DÉBIT RÉSERVÉ

Réglementairement, le débit réservé à l'aval du barrage est de 150 l/s, c'est-à-dire que le barrage doit au minimum assurer ce débit à son aval immédiat. La seule exception est lorsque le débit naturel entrant dans la retenue est inférieur à 150 l/s alors le débit qui doit être restitué a minima est le débit naturel entrant.

NB1 : on ne compte que 270 jours sur 15 705 jours que compte la période de référence 1968-2006, où le débit relâché a été inférieur à 150 l/s, soit 1,7% du temps.

NB2 : le rapport du débit réservé actuel au module (calculé sur 1968-2006) est de $0,15 / 3,5 = 4,3 \%$. Ce ratio est inférieur à $1/10^{\text{ème}}$ et supérieur à $1/40^{\text{ème}}$.

Dans la pratique, le débit relâché est très rarement inférieur au $1/10^{\text{ème}}$ du module (0,350 l/s) : on compte 551 jours sur 15 705 jours que compte la période de référence 1968-2006 où ce fut le cas, soit 3,5% du temps.

6.4 COTE MINIMALE

Le règlement ne fixe pas de cote minimale à respecter. En pratique, sur l'histoire du barrage, la retenue n'a été vidée totalement que pour les vidanges liées aux visites de contrôle. Les dernières en date ont eu lieu en 1970, 1980 et en 1990. En 2000, la visite décennale s'est faite avec un abaissement partiel du niveau d'eau (900 000 m³ restant).

Les cotes minimales atteintes ont alors été :

- En 1970 : 384 mNGF fin août. Le volume de la retenue d'après la courbe H/V/S était alors inférieur à 150 000 m³ ;
- En 1980 : 382,70 mNGF fin août, soit un barrage quasi vide ;
- en 1990 : 382,70 mNGF le 24 septembre, barrage quasi vide ;
- en 2000 : 390,02 mNGF le 2 octobre. Le volume de la retenue d'après la courbe H/V/S était alors inférieur à 900 000 m³.

La présente étude est l'occasion de soulever la question des contraintes qui se posent éventuellement à une vidange quasi complète de l'ouvrage en gestion de routine et notamment celle relative au problème de qualité d'eau de la retenue

Les données utilisées pour définir la qualité des eaux et des sédiments du barrage des Monts d'Orb sont :

- L'inspection décennale 2000 – Barrage d'Avène – BRLi – Octobre 2001 : mesures de qualité des eaux et des sédiments du barrage et qualité hydrobiologique à Avène.
- Les rapports annuels de l'exploitant de 2001 à 2006 : mesure de la qualité des eaux en sortie de barrage à trois périodes de l'année.

Afin d'interpréter les mesures réalisées, il est choisi d'utiliser la grille de qualité du SEQ Eau version 2 (Système d'évaluation de la Qualité des Eaux) fournie par les Agences de l'Eau qui détermine la qualité des eaux pour chaque paramètre selon la nature de l'échantillon (eau brute, sédiment...).

Il est choisi de réaliser une synthèse des connaissances à travers :

- La qualité des eaux en sortie du barrage en phase exploitation de 2001 à 2006
- La qualité des sédiments de la retenue en 2000
- La qualité des eaux en sortie de barrage lors de la vidange de 2000

6.4.1 Qualité des eaux en phase exploitation

L'exploitant réalise des mesures de qualité des eaux (environ 25 paramètres) 3 fois par an (Février/Mars - Août - Novembre) dans la chambre de restitution en aval immédiat du barrage. Les mesures sont consignées dans le rapport annuel de l'exploitant.

Il a été exploité les mesures réalisées entre 2001 et Août 2008.

Les analyses réalisées peuvent être considérées comme représentative de la qualité des eaux fournies par le barrage :

- En Février/Mars : période de fin d'hiver/début printemps, la retenue stocke généralement un volume important d'eau suite aux crues hivernales,
- En Août : fin d'été et fin du déstockage, la retenue contient généralement des volumes réduits,
- En Novembre : fin d'automne, la retenue commence à re-stocker à nouveau des volumes d'eau importants.

Ces périodes de mesures peuvent cependant passer « au travers » d'évènements susceptibles de modifier la qualité physico-chimique des eaux (rejets, crues, brassage de la masse d'eau...).

L'interprétation de la qualité des eaux issue du barrage est réalisée avec la grille d'interprétation SEQ eau 2 sur l'eau brute (classe de qualité par altération).

L'eau rejetée par le barrage des Monts d'Orb est modérément minéralisée, de type bicarbonaté calcique, avec une légère tendance magnésienne. Elle a un pH le plus souvent légèrement alcalin, avec une alcalinité moyenne comprise entre 15 et 20 degrés français et une dureté entre 20 et 25 °F.

Les concentrations des matières azotées (ion ammoniacale, nitrates, nitrites, azote Kjeldahl) sont généralement faibles et pouvant être qualifiées de « très bonne » à « bonne ».

Les concentrations des matières phosphorées (phosphore total et orthophosphates) sont généralement faibles à moyennes et pouvant être qualifiées de « bonne ». Il a été cependant observé en 2002 et 2006 des concentrations importantes des matières phosphorées (sur un échantillon dans l'année) altérant fortement la qualité de l'eau en « passable » ou « mauvaise ». Les matières phosphorées mesurées lors de ces événements sont certainement issues d'un relargage sous forme dissoute du phosphore par les sédiments ou par un apport extérieur à la retenue (rejet).

Des mesures complémentaires sur les sédiments dans le barrage et sur la qualité d'eau des affluents pourraient confirmer cette hypothèse.

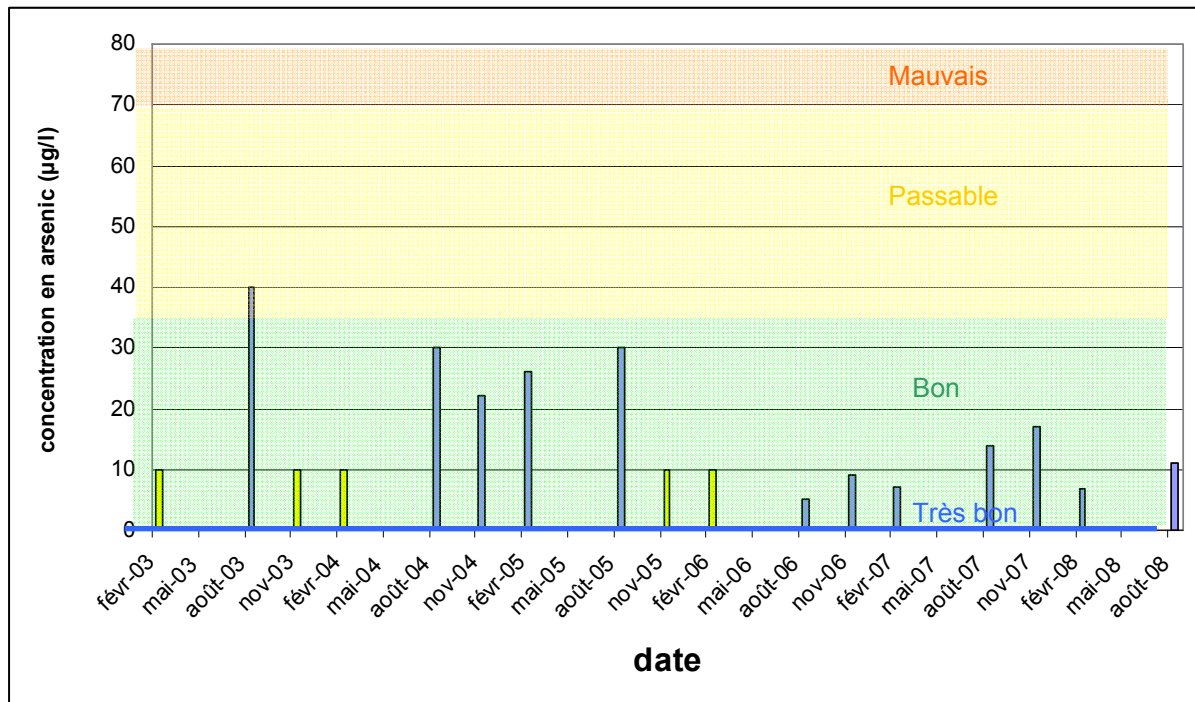
Les concentrations en MES et matières carbonées sont variables (en fonction notamment des précipitations ou du régime hydraulique du barrage). Les résultats des analyses montrent une qualité « bonne » sur ces paramètres.

L'arsenic est à surveiller sur ce site en raison du contexte géologique et des anciennes activités minières.

Le graphique présenté ci après présente les concentrations en arsenic dans les eaux rejetées en aval immédiat du barrage entre 2003 et Août 2008.

Les aplats de couleur représentent les classes de qualité du SEQ eau 2 (classe de qualité par altération) sur l'eau brute.

Les bâtonnets jaunes correspondent à des concentrations en arsenic inférieures à 10 µg/l (limite de détection en laboratoire jusqu'en Février 2006) : il s'agit donc pour ces valeurs de « maximums possibles » en concentration d'arsenic.



On observe que les eaux rejetées du barrage ont une concentration généralement inférieure à 30 µg/l correspondant à une classe de qualité « bonne » excepté en Août 2003 où un léger pic d'arsenic à été observé déclassant la qualité de l'eau en « passable ».

De façon générale, on observe les concentrations les plus importantes en arsenic en août et novembre correspondant à un niveau généralement bas de la retenue.

En Février, les concentrations en arsenic sont généralement les plus faibles lorsque la retenue stocke un volume d'eau important et les débits des cours d'eau sont importants.

Les eaux rejetées par le barrage des Monts d'Orb sont généralement de bonne qualité sur les paramètres mesurés.

Il est observé cependant des pics de matières phosphorées issu certainement de la charge interne de la retenue. Des mesures complémentaires pourraient confirmer cette hypothèse.

Par sa capacité de stockage importante en hiver et par les débits des cours d'eau alimentant le barrage, on observe un phénomène de dilution des concentrations en arsenic en période hivernal.

Lorsque le barrage stocke relativement peu d'eau à la fin de l'été et début, on mesure des concentrations en sortie de barrage plus importantes en arsenic même si ces dernières peuvent être considérées comme acceptables.

6.4.2 Qualité des sédiments

Peu de données sont disponibles afin de qualifier la qualité des sédiments du barrage des Monts d'Orb puisque seuls des mesures de qualité sur les sédiments ont été réalisées lors de la vidange décennale le 28/07/2000.

Les sédiments ont été prélevés en 5 points à 30 m en amont de la retenue puis mélangés en un échantillon pour être analysé.

Les paramètres mesurés sont : la granulométrie, l'arsenic, le plomb et le zinc.

La validité statistique de la méthode ne permet pas d'étendre les conclusions à tous les sédiments de la retenue mais permet uniquement de donner une idée de la qualité des sédiments à proximité des prises de fond.

Les sédiments prélevés sont caractérisés par une très faible granulométrie (40 % de la fraction à une taille inférieure à 2 µm et 75 % à 20 µm). Ils présentent donc un fort potentiel de mobilisation en cas de lessivage des terrains ou d'appel d'eau.

Les seuils de qualité déterminés par la grille SEQ eau 2 (classe de qualité par altération) sur sédiments sont les suivant :

	Très bonne	Bonne	Passable	Mauvaise	Très Mauvaise
Arsenic (mg/kg)	1	9,8	33		
Plomb (mg/kg)	3,5	35	120		
Zinc (mg/kg)	12	120	460		

Les teneurs mesurées dans l'échantillon moyen le 28/07/2000 sont :

Arsenic (mg/kg)	0.17
Plomb (mg/kg)	0.052
Zinc (mg/kg)	0.4

Les teneurs en arsenic, plomb et zinc mesurés sont relativement faibles et correspondent à une classe de qualité « très bonne » à partir de la grille SEQ eau 2.

Les sédiments mesurés présentent une granulométrie faible induisant une remobilisation forte en cas de lessivage des sédiments exondés ou lors d'appel d'eau.

Le risque d'une augmentation de la concentration en Matière En Suspension (MES) dans la retenue et dans les eaux relâchées reste important.

La mobilisation d'une quantité importante de MES peut entraîner une désoxygénation des eaux (consommation de l'oxygène par la matière organique contenue dans les MES) ainsi qu'un relargage de métaux lourds.

Les mesures de micropolluants réalisées en 2000 sur les sédiments ne semblent pas indiquer de contamination. Cette conclusion mérite cependant d'être consolidée par des analyses complémentaires des sédiments par un échantillonnage représentatif.

6.4.3 Qualité des eaux lors de la vidange de 2000

Lors de la vidange partielle de 2000, un protocole de suivi de la qualité des eaux a été mis en place pendant la période principale d'abaissement du plan d'eau (du 15/09/2000 au 01/10/2000) sur les paramètres classiques de suivi de vidange (température, O₂, MES, ...) :

- Une mesure journalière dans le bassin de restitution (aval immédiat du barrage)
- Une mesure journalière dans l'Orb au village d'Avène en aval du barrage.

NB : les résultats comparés de ces 2 mesures peuvent varier dans un sens ou dans un autre en fonction de l'heure et des conditions de prélèvement, les courbes suivantes ne doivent pas être interprétées pour analyser la différence entre ces 2 données, mais pour suivre l'évolution quotidienne des valeurs, qui sont globalement cohérentes entre les deux points de mesure.

Les seuils de qualité déterminés par la grille SEQ eau 2 (classe de qualité par altération) sur l'eau brute sont les suivants :

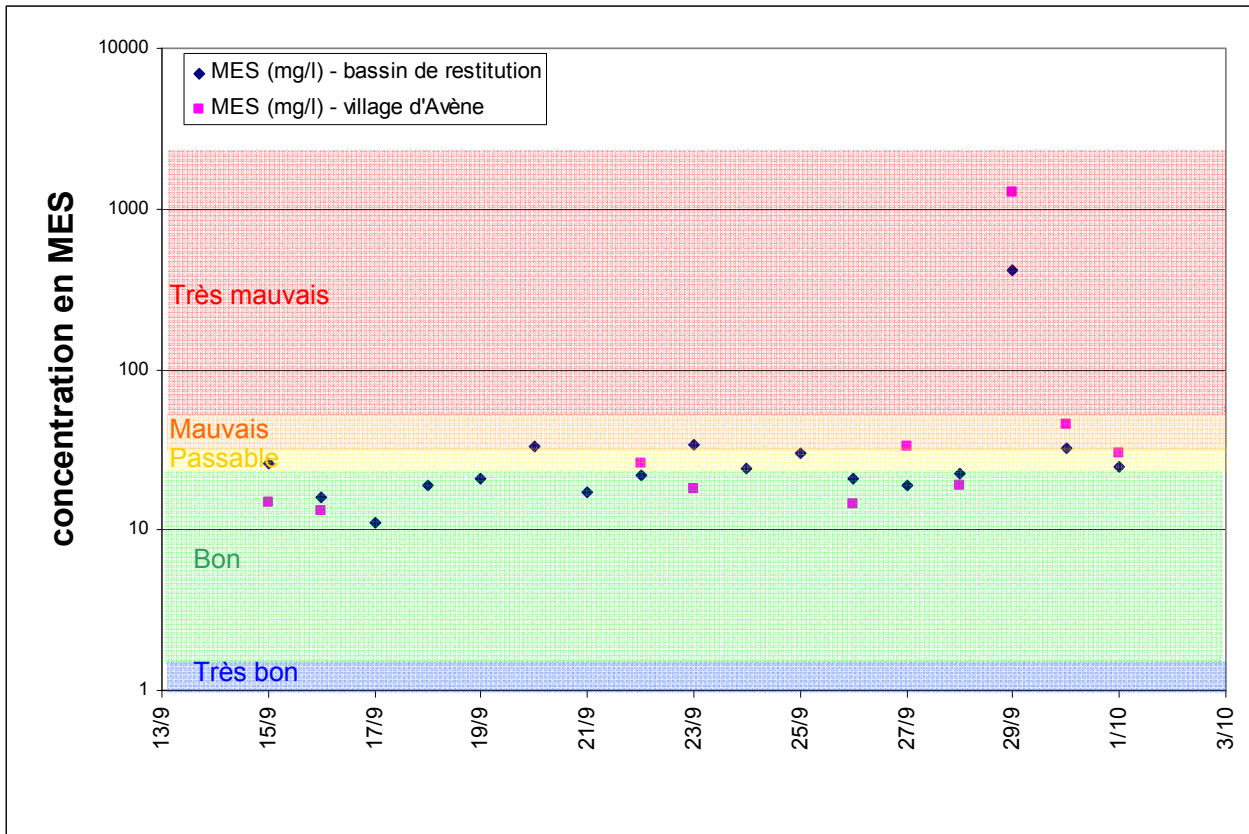
	Très bonne	Bonne	Passable	Mauvaise	Très Mauvaise
Température (°C) première catégorie piscicole	20	21,5	25	28	
Oxygène dissous (mg/l)	8	6	4	3	
MES (mg/l)	2	25	38	50	
Arsenic (µg/l)	1	35	70	100	

Les valeurs mesurées lors de la phase de vidange du 15/09/2000 au 01/10/2000 sont :

	Aval immédiat du barrage		Village d'Avène	
	Maximum atteint	Moyenne	Maximum atteint	Moyenne
MES (mg/l)	400	38	1281	109
Arsenic (µg/l)	42	31	45	27,7
O ₂ dissout (mg/l)	9,7	10	10,2	10,9

On constate que les valeurs d'oxygène dissous ont toujours été de qualité « très bonne » lors de la vidange.

MATIÈRES EN SUSPENSION



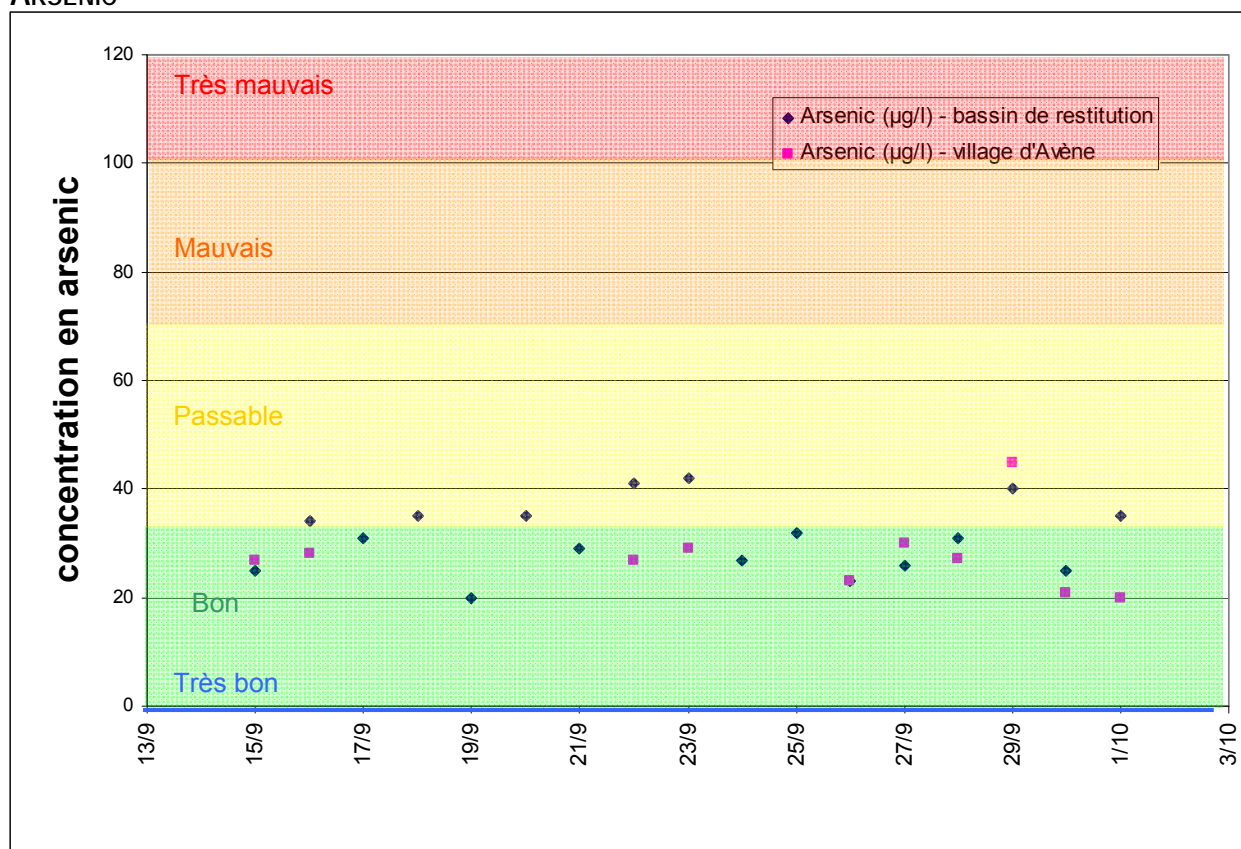
Le graphique ci avant présente les variations des concentrations en MES dans les eaux du bassin de restitution et dans l'Orb au droit d'Avène lors de la vidange de 2000 (échelle logarithmique sur l'axe des ordonnées).

Les aplats de couleur représentent les classes de qualité du SEQ eau 2 (classe de qualité par altération) sur l'eau brute.

Les concentrations en MES mesurées dans le bassin de restitution et dans l'Orb au droit du village d'Avène sont en classe de qualité « bonne » à « passable » excepté lors de la journée du 29/09/2000 lors d'un épisode pluvieux intense où la concentration en MES dans les eaux rejetés décline la qualité en « très mauvaise »

Cette concentration en MES est imputable en grande majorité à la remise en suspension des sédiments dans la retenue due au lessivage et à l'augmentation temporaire des débits (5 m³/s) remobilisant des sédiments.

ARSENIC



Le graphique ci avant présente les variations des concentrations en arsenic dans les eaux du bassin de restitution et dans l'Orb au droit d'Avène lors de la vidange de 2000.

Les aplats de couleur représentent les classes de qualité du SEQ eau 2 (classe de qualité par altération) sur l'eau brute.

Les concentrations mesurées en arsenic sont généralement en classe de qualité « bonne » à « passable » dans le bassin de restitution lors de la vidange.

On observe que les concentrations mesurées en arsenic sont généralement en classe de qualité « bonne » dans l'Orb au droit du village d'Avène excepté lors de la journée du 29/09/2000 lors d'un épisode pluvieux intense où la qualité déterminée est « passable ».

En fin de vidange, des mesures sur l'eau brute ont été réalisées en différents points de la retenue. Les mesures ont montré une qualité d'eau « bonne » notamment au regard des concentrations en arsenic variant entre 20 et 30 µg/l.

6.4.4 Conclusion

La qualité globale des eaux lors de la vidange était relativement bonne excepté lors d'une journée où un épisode pluvieux intense à eu lieu : les concentrations mesurées en MES à l'aval ont été particulièrement importante déclassant la qualité de l'eau en « très mauvaise ».

Ce déclassement est directement imputable à la remobilisation des sédiments de la retenue dû au lessivage des sédiments et à l'augmentation temporaire du débit rejeté.

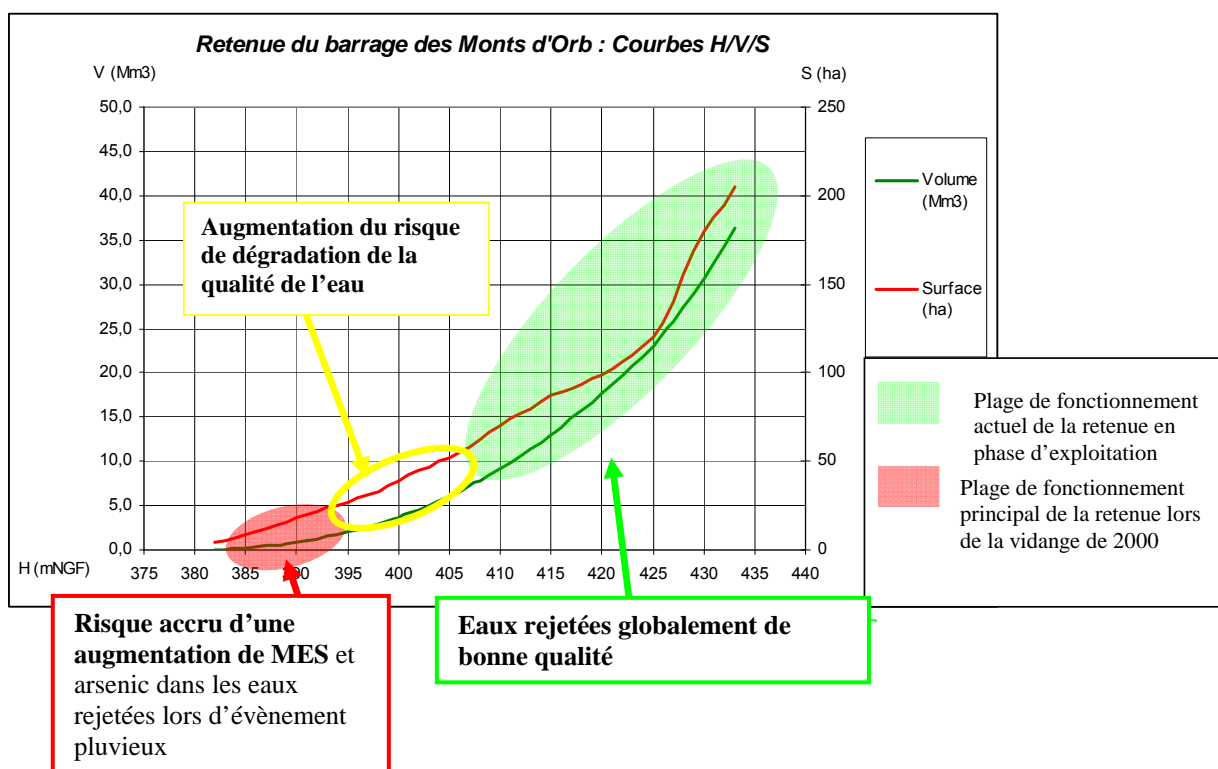
Cet évènement met en lumière le risque de remobilisation des sédiments de la retenue lorsque cette dernière est à un niveau très bas.

Les risques de dégradation de la qualité de l'eau rejeté par le barrage sont donc liés principalement à :

- la diminution du volume d'eau stocké qui remplit moins son rôle de dilution (sur les paramètres MES, arsenic...)
- la remobilisation des sédiments dus à l'exondation des surfaces hors d'eau favorisant le lessivage.
- le phénomène de stockage dans les sédiments et de relargage dans les eaux du barrage en matières phosphorées

Les mesures qui ont été réalisées à ce jour permettent de mettre en évidence ces risques. Cependant, le manque de données sur la qualité des sédiments de la retenue (matières phosphorées, teneur en arsenic...) et sur les eaux rejetées par le barrage ne permet pas de conclure définitivement sur ces risques.

Le graphique ci après présente la situation telle que nous la connaissons :



Seul un suivi qualitatif régulier des eaux rejetées sur tous les paramètres sensibles (MES, matières phosphorées, arsenic...) lors des périodes d'abaissement permettront d'affiner ces risques et de mettre en œuvre les moyens pour les diminuer.

En conséquence, il a été retenu dans cette étude de remonter le culot du barrage à une cote de 405 mNGF pour limiter les risques dus aux lessivages du fond de la cuvette, ce qui représente une réduction du volume utile d'environ 6 Mm³.

6.5 SATISFACTION DES BESOINS ET DES CONSIGNES

Les consignes, que doivent respecter les lâchers du barrage, ont été explicitées au chapitre 2.4.2.

Comme cela a été rappelé, le barrage n'a pas pour vocation de satisfaire tous les besoins en eaux du bassin versant. Il doit uniquement permettre de compenser les prélèvements liés à la concession régionale.

De fait, le respect de la consigne à l'aval de Réals implique que les lâchers intègrent tous prélèvements à l'amont Réals et pas seulement ceux de BRL. Cependant les principaux prélèvements hors BRL à l'amont de Réals restent faibles mais existent néanmoins.

Il est à noter que la consigne actuelle de 2 m³/s à l'aval de Réals est seulement valable lorsque le débit naturel de l'Orb est supérieur ou égal à ces 2 m³/s. Or la gestion opérationnelle actuelle lâcher barrage / prise d'eau à Réals ne tient pas compte de cela et permet de conserver 2 m³/s dans l'Orb, quel que soit le débit naturel.

En d'autres termes, en gestion courante, la consigne à l'aval de Réals est considérée comme un débit objectif et non comme un débit réservé.

En été, les débits naturels de l'Orb sont souvent inférieurs à 2 m³/s, **les lâchers ont donc le plus souvent conduit à faire plus que de la compensation stricte en période estivale.**

Ce point est analysé en détail dans le chapitre 8/ Figure 49 : Débits naturels à l'aval de Réals.

7. CONSTRUCTION D'UN MODÈLE DE SIMULATION DE GESTION DE L'OUVRAGE À L'ÉCHELLE DU BASSIN VERSANT

7.1 OBJECTIF ET PRINCIPE DU MODÈLE

L'approche est quantitative et probabiliste et intègre l'ensemble du bassin versant de l'Orb.

On modélise en parallèle l'évolution du stock d'eau dans le barrage et les débits à différents points du bassin versant. Les calculs sont faits en utilisant des séries historiques afin d'**intégrer l'aléa hydrologique sur les apports**.

Il s'agit d'un **modèle de bilan avec gestion d'un stock d'eau sous contrainte**. Le pas de temps retenu pour la modélisation est journalier.

En tout point du cours d'eau le débit est calculé selon la formule :

$$Q = Q \text{ naturel} - \text{prélèvements amont} + \text{apport EDF (si aval Jaur)} + \text{apport lâché du barrage BRL}$$

Plusieurs options de simulation sont possibles, notamment au niveau du choix des consignes de déstockage du barrage, de la prise en compte ou non des apports EDF.

Le modèle intègre la possibilité de faire varier les prélèvements pour représenter des économies d'eau ou, au contraire, l'augmentation de certains usages. Le détail de ces éléments est fourni par la suite.

Un élément important du modèle est qu'il peut fonctionner en avenir certain ou incertain. C'est-à-dire :

- **un modèle en avenir certain** suppose connaître tous les événements (apports, lâcher EDF, prélèvements...) ayant lieu le jour j et effectués pour le même jour j les lâchers en conséquence. Avec ce choix de modélisation, une consigne de gestion du type débit objectif est respectée (pour peu que le stock puisse la satisfaire) exactement.
- **un modèle en avenir incertain** signifie qu'on ne connaît pas quels seront les apports et les prélèvements pendant la journée à venir et on fait donc une hypothèse sur ceux-ci pour calculer le lâcher du barrage.

Le modèle intègre deux possibilités. Soit *on suppose que les apports du jour j seront identiques à ceux de la veille*, soit *on affecte une fréquence aux apports à venir* (décennal sec par exemple).

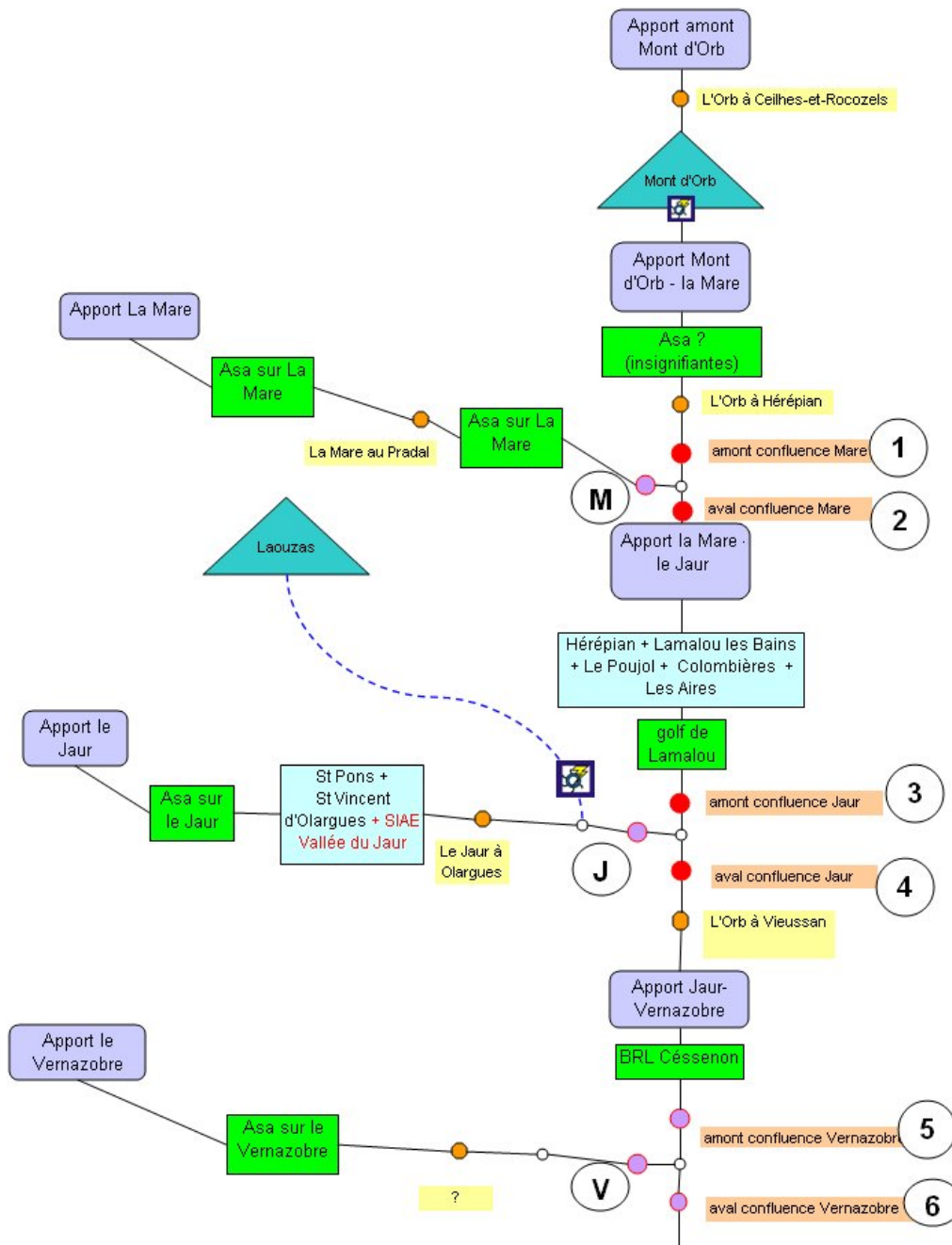
Avec ce type de modélisation, on peut observer des légers écarts au débit d'objectif dus aux aléas entre ce qu'on aura prévu et ce qu'il s'est effectivement passé.

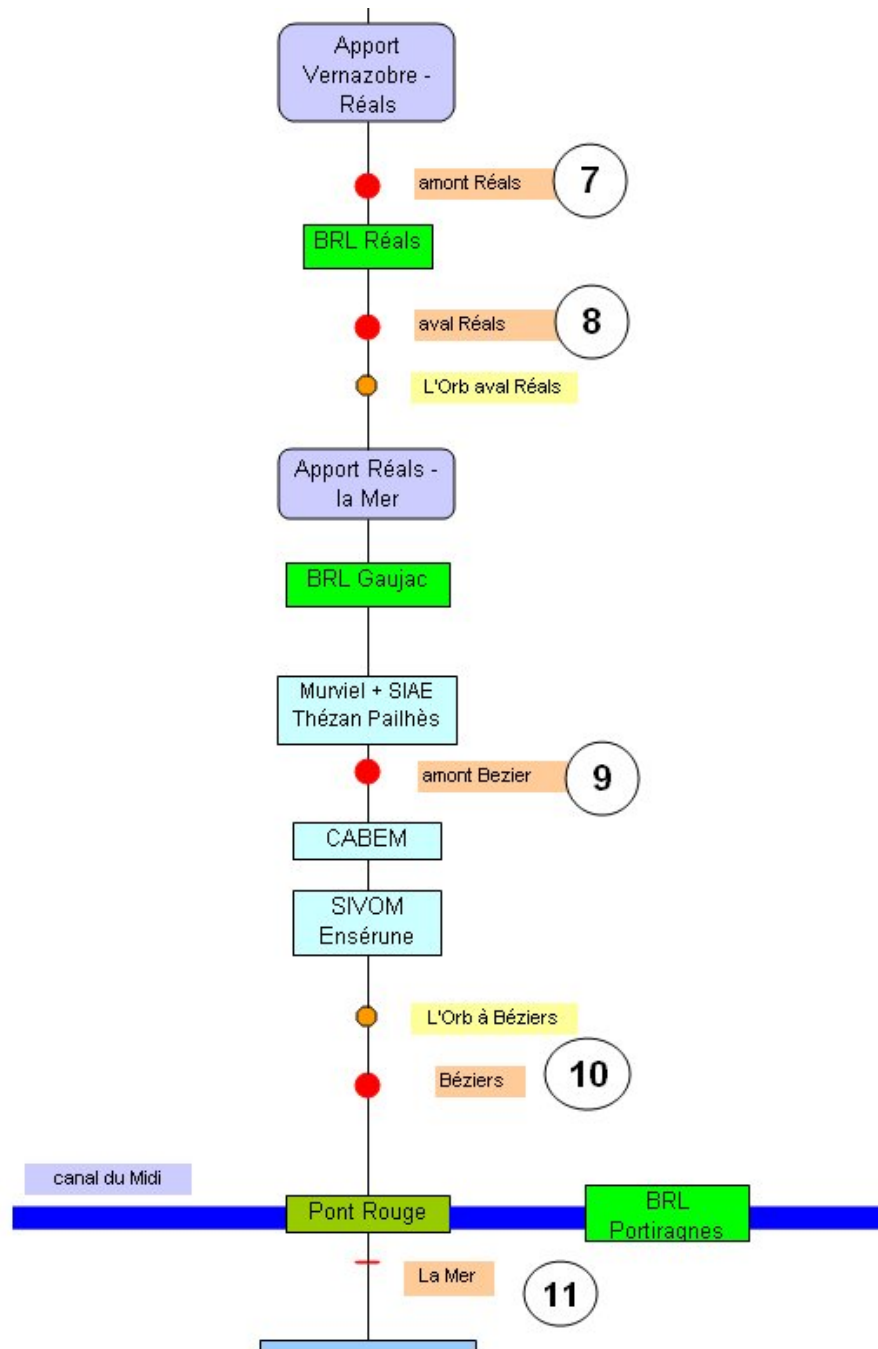
Dans la suite du rapport, ces trois types de fonctionnement seront nommés :

- avenir certain,
- avenir incertain (Q veille),
- avenir incertain (Q fréquence).

7.2 TOPOLOGIE DU MODÈLE

Le découpage suivant est proposé pour le bassin versant. **Il reprend les principaux points nodaux définis dans le cadre de l'étude en cours des débits de référence du fleuve Orb :**





7.3 DONNÉES D'ENTRÉE

7.3.1 Apports

DÉBIT NATURELS

La reconstitution des débits naturels est explicitée en annexe. Ces débits ont été calculés pour chaque affluent et bassin versant intermédiaire listés dans le synoptique ci-dessus.

Il est possible, dans le modèle, de modifier les apports naturel avec les deux scénarios de changements climatiques A2 et B2 présentés plus haut dans ce rapport. Dans ce cas, on fait l'hypothèse que les modifications (en %) des débits mensuels pour les apports au barrage sont identiques pour les apports à l'aval du barrage.

Les calculs de bilan le long de la rivière sont effectués avec les chroniques reconstituées.

NB pour utilisation pratique du modèle : Certains calculs, en modèle avenir incertain notamment, font intervenir des fréquences d'apport (choisies par l'utilisateur). Le calcul des quantiles d'apport pour chaque jour est relativement lourd et est donc géré via une macro VBA à ne relancer que lorsqu'on touche au centile d'apport ou lorsqu'on choisi un changement climatique différent.

EDF

Une demande, relayée par le SMVO, a été faite auprès d'EDF dans le cadre de l'étude pour disposer des séries historiques d'apports au Jaur depuis le bassin atlantique (turbinage à l'usine hydroélectrique de Montahut) au pas de temps journalier.

Cette demande est restée sans réponse à ce jour. Les données mensuelles dont dispose le SMVO ont donc été utilisées dans le modèle. (La valeur journalière est prise égale à la moyenne journalière mensuelle).

Remarque : Les apports EDF constituent un élément important d'artificialisation du débit de l'Orb et l'absence de données au pas de temps journalier pèse dans la précision de notre approche.

Ces apports d'EDF ne sont pas constants suivant les années. Aussi, pour les calculs d'espérance d'apport lorsque qu'EDF est pris en compte dans le modèle, l'apport prévu est choisi à 20% de la moyenne mensuelle observée.

7.3.2 Prélèvements

Les prélèvements sont par défaut ceux recensés dans le cadre de cette étude (cf. chapitre 0). Ils sont tous paramétrables, c'est-à-dire que l'on peut les augmenter ou diminuer, soit d'un volume annuel supplémentaire, soit en % du prélèvement actuel.

Il est possible d'affecter à chaque prélèvement une priorité, entre 1 et 3. Cette priorisation prise en compte dans le cas où on simule avec des lâchers calculés en fonction des besoins (et non pas avec les lâchers historiques).

Il a été introduit deux prélèvements fictifs, en amont de Réals et en amont de Béziers, afin de pouvoir tester des nouveaux prélèvements (avec la ventilation mensuelle souhaitée).

Ces paramétrages seront utiles en phase 2 lors des tests de modification de prélèvement.

7.3.3 Caractéristiques du barrage

Le modèle tient compte des caractéristiques du barrage telles que déjà présentées dans ce rapport :

- loi hauteur – volume ;
- turbinage : débit maximum et minimum, cote d'arrêt des turbines, rendement pour calcul de l'énergie ;
- Culot : respect d'un culot de 6 Mm³ au dessus de la cote 405 afin d'éviter de remettre en suspension les matériaux du fond de la retenue.

7.4 DÉTAIL DE LA MODÉLISATION DE LA GESTION DU BARRAGE

Le barrage peut fonctionner dans le modèle suivant deux modes :

- **Lâcher historique** : Le premier, très simple, reproduit le fonctionnement passé. Les débits lâchés sont ceux observés historiquement.
- **Lâchers calculés**. Le module de calcul associé constitue le cœur du modèle et présente la partie la plus complexe en termes d'algorithme.
En résumé, le barrage lâche de l'eau pour satisfaire les besoins à l'aval sous différentes contraintes (réserve pour crue, débit d'étiage aval barrage et aval Réals, besoins pour le reste de la saison, priorité affecté aux besoins, etc.).
Le calcul est détaillé ci-après.

7.4.1 Utilisation de courbes de consigne

Ces courbes constituent la base de l'algorithme de gestion. Elles définissent des domaines dans l'espace à deux dimensions (temps, volume du barrage).

A chaque domaine correspond une ou plusieurs règles du type : lâcher interdit, lâcher obligatoire, lâcher égal au besoin pour satisfaire telle consigne, lâcher égal à 50% du besoin pour satisfaire telle consigne, ...

Il est possible d'utiliser deux types de courbes de consigne :

- courbes manuelles. L'utilisateur renseigne jour par jour (ou mois par mois) sa courbe de consigne (pour chaque priorité).
- courbes « automatiques » : La courbe de consigne est calculée en fonction des apports prévus au barrage et sur le bassin intermédiaire (fréquence d'apport espérée à renseigner) et des contraintes en termes de prélèvement et débit de consigne à satisfaire. Ces courbes sont calculés en deux points du réseau (Réals et Pont Rouge) qui sont les points les plus « demandeurs ». la courbe de consigne retenue est soit la plus pénalisante entres ces deux points ou soit l'une des deux (au choix du modélisateur).

La construction d'une courbe de consigne suit les étapes suivantes :

- calcul du quantile d'apport au jour j,
- calcul du besoin net à l'aval du barrage,
- calcul du volume à préserver au jour j pour satisfaire la demande sur les 365 jours à venir.

Ces étapes sont détaillées dans les paragraphes suivants.

CALCUL DES QUANTILES D'APPORT

Pour chaque jour de l'année (de 1 à 365), l'apport espéré au barrage et sur le bassin intermédiaire est calculé en fonction des chroniques de débits observés entre 1968 et 2006.

Le quantile de chaque jour j de cette chronique est calculé avec la fréquence renseignée par l'utilisateur. Ce calcul est relativement lourd, il est donc traité via des macro VBA. Les valeurs des 28 et 29 février sont agglomérées pour les années bissextiles.

BESOINS NETS À L'AVAL DU BARRAGE

Les besoins sont estimés en fonction des besoins renseignés dans la feuille de données. Ils sont différenciés pour chaque niveau de priorité (1 à 3). Ils sont éventuellement modulés par les hypothèses prises sur l'évolution de leur demande (paramétrage utilisateur).

A un jour j , le besoin net est la différence entre les besoins et les quantiles d'apport intermédiaire (entre le barrage et le point considéré). Si les apports sont supérieurs aux besoins, le besoin net est nul. Il est possible à l'utilisateur de ne pas prendre en compte les apports intermédiaires (et/ou EDF), les besoins nets sont alors identiques aux besoins.

VOLUMES À PRÉSERVER POUR SATISFAIRE LA DEMANDE (COURBE DE CONSIGNE)

La démarche ne se fixe pas un objectif de remplissage ou un bilan à une date donnée mais regarde jour par jour combien il faut avoir de volume pour satisfaire les besoins à l'aval, qu'elle que soit l'échéance.

Pour chaque jour j , un bilan est effectué entre les apports cumulés et les besoins nets cumulés entre le jour j et le jour $j+n$. on fait varier n de 1 à 365. Pour chaque jour il y a donc 365 bilans cumulés, la valeur retenue est le minimum de ce bilan. C'est-à-dire qu'à chaque jour on associe un volume qu'il faut dans le barrage pour être sûr (avec les hypothèses d'apports et de besoin) de satisfaire les besoins, quelle que soit l'échéance.

Il sera noté dans la suite du rapport CC (pour courbe de consigne) cette valeur :

$$CC = \text{Min}_{j=1 \text{ to } n} (\text{apport cumulé entre } j \text{ et } j+n - \text{besoin net cumulé au jour } j+n)$$

Ce calcul est relativement complexe, il est donc exécuté à l'aide d'une macro.

Ce calcul est effectué pour les trois priorités de demande, les courbes résultantes sont nommées CC1, CC2 et CC3.

CC2 et CC3 correspondent aux courbes de consignes basées respectivement sur les besoins nets cumulés priorité 1 + 2 et priorité 1+2+3.

REMARQUES SUR COURBES DE CONSIGNES AUTOMATIQUES

En état actuel du niveau de prélèvement, les courbes de consignes calculées avec des fréquences d'apport faibles (décennales ou vicennales sèches) n'imposent pas le remplissage du barrage au 1^{er} juin.

Aussi les simulations qui ont été effectuées se basent sur une courbe de remplissage manuelle avec pour objectif un remplissage au 1^{er} juin ce qui correspond mieux au mode de fonctionnement actuel.

7.4.2 Règles de fonctionnement

Les règles de fonctionnement du barrage sont de deux ordres :

- Lâchers historiques,
- Lâcher suivant contrainte.

Pour le lâcher historique, le débit relâché est celui observé. Par contre pour un lâcher suivant contrainte, le calcul du débit relâché est complexe car il intègre toutes les contraintes précédemment identifiées. Un organigramme fourni ci-après donne la chaîne de calcul. Les opérations effectuées sont les suivantes :

- on calcule le volume disponible par rapport aux courbes de consignes et on relâche en fonction des besoins (si on est au dessus de CC3 on lâche tous les besoins, au dessus de CC2 les besoins prio1 et 2 + un peu de besoin prio 3, etc.).
- on compare ensuite ce lâcher pour satisfaire les besoins (sous contrainte de courbe de consigne) au débit turbinable. Suivant le volume dans le barrage (par rapport à CC3) on peut relâcher plus (ou pas) pour turbiner.
- Puis, le débit lâché pour satisfaire les besoins et si possible turbiner est comparé aux contraintes de consigne de débit à l'aval du barrage. S'ils sont inférieurs, alors un lâcher compensatoire est effectué pour satisfaire la consigne.
- Enfin, une fois ces calculs de lâcher effectués, on regarde le niveau atteint dans le barrage et on relâche encore du débit si la cote max est atteinte (consigne de crue).

La chaîne complète du calcul du débit lâché est fournie en annexe.

7.5 RESULTATS DISPONIBLES DANS LE MODÈLE

Les bilans sont effectués à chacun des 14 nœuds du synoptique présenté plus haut. Les résultats en ces points sont disponibles avec ou sans prises en compte de la régulation du barrage (débit non influencé), des apports EDF (débit intermédiaire non influencé) et des prélèvements (débit naturel).

En chacun de ces points, le modèle fournit les valeurs de débit journalier sur la série 1968 à 2006.

A partir de ces valeurs journalières, l'outil calcule des valeurs synthétiques. Les valeurs moyennes et les quantiles de temps de retour 2 à 20 ans (sec et humide) sont en effet disponibles, en débit naturel et en débit influencé, pour les grandeurs suivantes :

- module,
- débit moyen mensuel pour chaque mois,
- débit moyen de juin à septembre,
- VCN10 (plus petit débit moyen sur 10 jours) et VCN30 (plus petit débit moyen sur 30 jours),
- débit mensuel minimum annuel (QMNA).

L'outil permet de visualiser graphiquement la variation d'une de ces grandeurs le long du cours de l'Orb.

Les résultats incluent par ailleurs pour chacune des 43 années de simulation :

- l'écart à la consigne avec le débit objectif aux points de consigne (à Réals et Pont rouge) : nombre de jour(s) avec défaillance et volume total de déficit,
- le calcul du productible électrique (le modèle reproduit avec un erreur inférieure à 5% la production réelle d'électricité par l'ouvrage),
- le volume de régulation effectif mis en œuvre par le barrage.

7.6 OUTIL UTILISÉ

L'outil utilisé est un ensemble de feuilles de calcul Excel développé spécifiquement pour l'étude. L'outil met en œuvre des modules développés en langage VBA.

8. ANALYSE DU RÉGIME HYDROLOGIQUE DE L'ORB

Le régime hydrologique de l'Orb subit de nombreuses influences, en particulier :

- les stockages et lâchers du barrage des Monts d'Orb,
- les différents prélèvements,
- les lâchers que réalise EDF dans le Jaur (juste à l'amont de sa confluence avec l'Orb), détaillés ci-dessous.

Dans ce chapitre, on procède à une **analyse de ce régime hydrologique en cherchant à quantifier les différentes influences**.

Pour ce faire, on compare les régimes du fleuve naturel et influencés (par l'un ou plusieurs des éléments cités ci-dessus), aux différents points de bilan.

8.1 RÉSULTATS DU MODÈLE EN DIFFÉRENTS POINTS

Ci après sont présentés les résultats à Hérépian (amont confluence avec la Mare), à l'aval des prélèvements de Réals et enfin à l'amont de Béziers (amont prélèvement de la CABM).

Les résultats sont basés sur les données de prélèvements et de lâchers (EDF et barrage) historiques connus. Sont présentés :

- le débit naturel (débit hors prélèvement et lâchers),
- le débit influencé par les prélèvements et les lâchers du barrage,
- le débit influencé par les prélèvements et les lâchers du barrage et d'EDF.

Figure 45 : Débits naturels à Hérépian

mois	moyenne	20ans sec	10ans sec	5ans sec	2ans	5ans humide	10 ans humide	20ans humide
janvier	13.10	2.42	2.79	3.62	9.28	18.97	32.34	33.76
février	11.44	2.91	3.15	5.70	8.59	15.48	19.50	25.29
mars	10.37	2.98	3.23	4.41	7.44	15.77	22.97	24.72
avril	9.73	2.82	3.18	5.16	8.11	13.26	17.79	22.99
mai	7.59	2.49	2.95	3.76	6.04	10.84	13.38	15.54
juin	3.90	1.86	2.08	2.24	3.36	4.79	6.17	9.84
juillet	2.19	1.21	1.23	1.32	1.99	2.70	3.41	3.57
août	1.78	1.00	1.06	1.34	1.74	2.18	2.35	2.65
septembre	3.00	0.92	1.12	1.32	1.86	3.76	6.93	7.91
octobre	7.54	1.42	1.53	1.93	3.81	13.50	19.02	20.91
novembre	10.16	1.75	1.95	2.51	6.28	16.20	26.27	28.40
décembre	11.81	2.30	2.35	3.20	6.49	14.52	34.05	49.12
module	7.70	3.88	4.06	4.83	7.19	9.39	11.04	12.87
mini mensuel	1.55	0.85	0.95	1.13	1.56	1.94	2.18	2.34
vcn10	1.23	0.48	0.69	0.93	1.25	1.49	1.70	2.07
vcn30	1.43	0.75	0.89	0.99	1.43	1.71	2.15	2.18
moyenne juin-sept	2.66	1.44	1.53	1.70	2.24	3.45	4.20	4.85

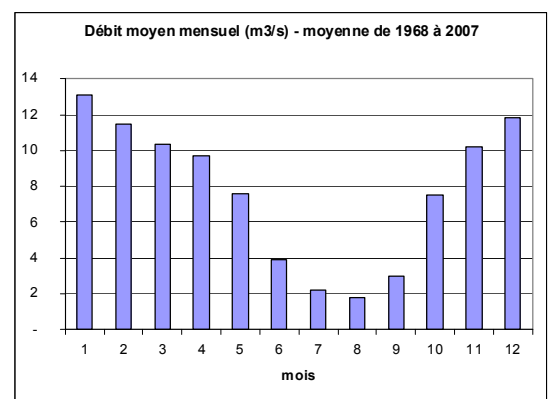


Figure 46 : Débits influencés par les prélèvements et les lâchers du barrage à Hérépian

mois	moyenne	20ans sec	10ans sec	5ans sec	2ans	5ans humide	10 ans humide	20ans humide
janvier	12.05	2.33	3.31	4.04	7.13	17.89	25.76	32.49
février	10.72	2.48	3.88	4.90	8.23	15.21	17.75	23.24
mars	10.17	3.02	3.28	4.68	7.48	15.74	22.58	24.67
avril	9.11	2.54	4.26	4.96	7.32	12.85	17.60	19.78
mai	7.68	2.21	3.85	4.24	5.87	10.18	13.25	15.78
juin	4.60	1.92	2.28	3.14	4.51	5.46	6.82	7.75
juillet	3.93	2.21	2.80	2.92	3.77	4.78	4.97	5.98
août	3.51	2.09	2.35	2.58	3.61	4.28	4.57	5.16
septembre	3.63	1.51	1.70	2.13	2.89	4.37	6.86	7.75
octobre	6.29	1.55	1.83	2.10	4.15	9.83	14.42	16.17
novembre	8.95	2.26	2.62	2.98	6.21	11.47	22.69	26.34
décembre	11.12	2.32	2.50	3.42	5.98	12.33	34.20	47.71
module	7.63	3.69	3.91	5.02	7.61	9.58	11.05	12.21
mini mensuel	2.48	1.31	1.51	1.74	2.20	3.12	4.02	4.29
vcn10	1.87	0.96	1.07	1.28	1.81	2.21	2.97	3.29
vcn30	2.19	1.20	1.27	1.41	2.02	2.80	3.53	3.95
moyenne juin-sept	3.85	2.29	2.39	2.91	3.57	4.58	6.01	6.49

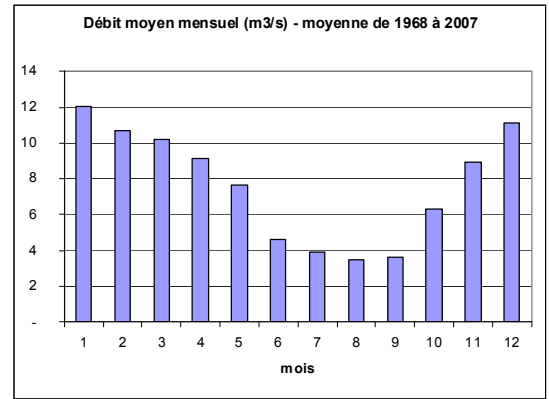


Figure 47 : Débits naturels à Hérépian

mois	moyenne	20ans sec	10ans sec	5ans sec	2ans	5ans humide	10 ans humide	20ans humide
janvier	31.70	7.23	7.51	9.71	19.27	52.34	71.59	80.53
février	30.56	8.26	10.19	13.78	24.82	40.83	48.26	63.61
mars	27.83	8.31	9.73	10.94	18.14	42.79	49.36	69.66
avril	26.32	8.76	10.18	11.95	21.50	36.38	49.24	51.39
mai	19.96	8.07	8.40	9.22	16.34	28.04	35.41	43.07
juin	10.37	5.12	5.55	6.21	8.71	13.25	16.05	18.80
juillet	5.52	2.91	3.01	3.78	5.07	6.36	8.29	9.25
août	4.06	2.29	2.55	2.72	3.77	5.16	5.95	6.81
septembre	6.82	2.11	2.28	2.80	3.65	8.34	14.00	23.77
octobre	18.31	2.50	3.44	4.15	6.12	25.24	47.37	64.05
novembre	23.29	3.20	4.02	5.45	14.43	40.65	57.16	71.45
décembre	30.46	4.55	5.28	7.61	17.00	36.72	71.10	117.68
module	19.54	9.82	10.41	12.46	17.26	24.14	26.77	36.52
mini mensuel	3.46	1.70	1.99	2.42	3.33	4.07	5.15	6.04
vcn10	2.56	1.44	1.69	1.91	2.43	3.19	3.54	3.87
vcn30	3.07	1.61	1.90	2.22	3.06	3.76	4.14	5.13
moyenne juin-sept	6.55	3.31	3.71	4.12	5.92	7.31	10.24	11.33

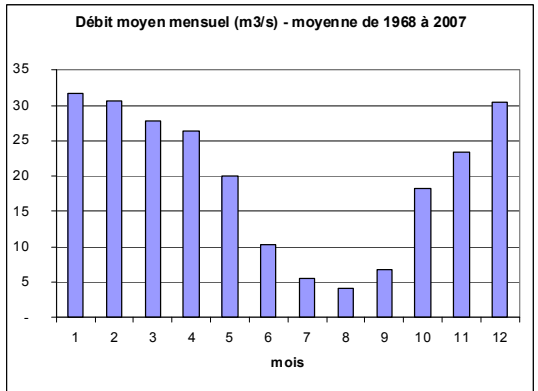


Figure 48 : Débits influencés par les prélèvements et les lâchers du barrage à Hérépian

mois	moyenne	20ans sec	10ans sec	5ans sec	2ans	5ans humide	10 ans humide	20ans humide
janvier	30.40	7.03	7.48	9.87	16.80	51.17	67.20	76.96
février	29.58	7.58	9.63	13.59	22.98	39.98	47.57	61.23
mars	27.35	7.88	9.36	10.73	17.86	40.83	48.76	68.86
avril	25.34	8.81	10.10	11.24	19.86	36.03	47.44	49.69
mai	19.61	7.68	7.99	9.45	15.76	27.28	33.20	42.73
juin	10.29	4.73	5.12	5.79	9.34	14.02	15.26	18.40
juillet	5.71	2.25	2.55	3.63	5.39	7.28	8.74	9.60
août	4.66	2.43	2.49	3.37	4.19	6.44	6.85	7.72
septembre	6.89	2.20	2.50	2.88	4.30	8.45	11.67	19.74
octobre	16.75	2.99	3.17	3.96	6.27	21.60	41.51	60.59
novembre	21.79	3.29	4.32	5.28	13.76	38.94	55.75	65.34
décembre	29.51	4.97	5.13	7.21	16.63	35.73	70.61	117.55
module	18.93	9.12	9.74	11.84	17.18	23.55	26.13	35.60
mini mensuel	3.91	1.92	2.23	2.47	3.73	5.03	5.89	7.12
vcn10	2.83	1.25	1.42	1.66	2.60	3.65	4.24	5.86
vcn30	3.43	1.67	1.97	2.32	3.16	4.58	4.88	6.57
moyenne juin-sept	6.75	2.99	3.47	3.98	5.85	8.31	10.48	12.74

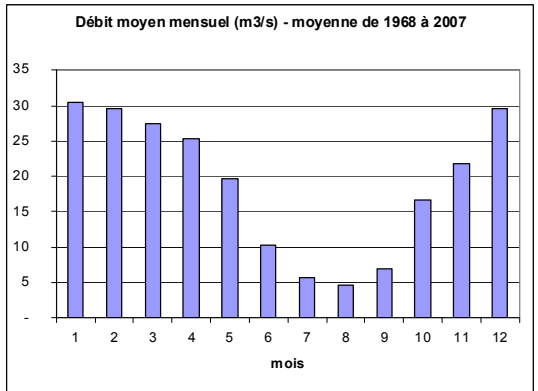


Figure 49 : Débits naturels à l'aval de Réals

mois	moyenne	20ans sec	10ans sec	5ans sec	2ans	5ans humide	10 ans humide	20ans humide
janvier	39.31	8.53	9.84	15.52	26.30	63.17	81.83	89.85
février	39.23	13.71	17.52	20.43	32.66	50.43	55.46	72.98
mars	35.82	14.20	15.27	16.12	26.56	47.83	61.18	86.90
avril	32.19	12.08	13.43	16.04	26.20	46.36	54.23	62.53
mai	24.82	8.93	9.60	12.39	19.90	34.48	41.13	54.76
juin	12.95	5.19	6.16	6.86	11.38	16.29	19.63	23.14
juillet	6.84	3.16	3.31	3.95	6.43	8.62	11.08	12.03
août	5.58	2.71	3.27	3.66	5.27	7.34	7.89	8.46
septembre	10.84	3.68	4.30	5.92	8.84	11.83	18.57	28.06
octobre	22.23	6.44	6.87	8.07	12.66	29.82	47.00	74.59
novembre	28.18	5.93	6.65	9.87	20.10	46.69	66.05	68.85
décembre	37.23	6.14	7.95	11.56	24.03	48.30	85.35	130.65
module	24.52	13.45	14.49	15.18	23.70	29.10	32.44	45.01
mini mensuel	5.20	2.70	3.17	3.51	4.91	6.87	7.72	8.34
vcn10	4.17	2.04	2.27	2.82	3.81	5.27	7.18	7.37
vcn30	4.83	2.56	3.11	3.28	4.47	6.39	7.64	8.29
moyenne juin-sept	8.86	4.05	4.50	5.90	8.28	10.64	12.66	17.03

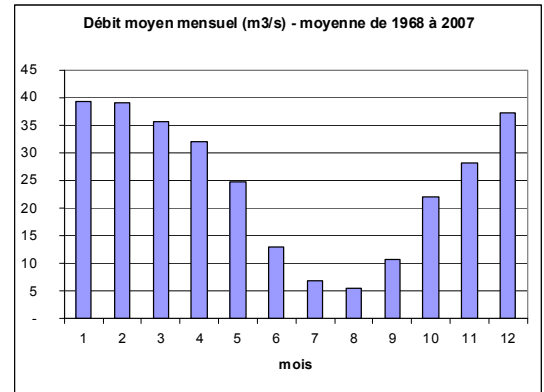


Figure 50 : Débits naturels à l'amont de Béziers

mois	moyenne	20ans sec	10ans sec	5ans sec	2ans	5ans humide	10 ans humide	20ans humide
janvier	32.58	7.43	7.73	9.99	19.83	53.78	73.55	82.77
février	31.41	8.49	10.48	14.17	25.51	41.90	49.59	65.28
mars	28.60	8.53	10.00	11.25	18.64	43.95	50.76	71.58
avril	27.04	9.01	10.46	12.30	22.11	37.41	50.61	52.81
mai	20.51	8.29	8.63	9.47	16.80	28.82	36.43	44.25
juin	10.66	5.27	5.71	6.38	8.95	13.65	16.52	19.32
juillet	5.68	3.00	3.10	3.89	5.21	6.54	8.53	9.50
août	4.18	2.35	2.62	2.80	3.88	5.31	6.11	7.00
septembre	7.02	2.17	2.35	2.88	3.76	8.58	14.41	24.49
octobre	18.82	2.57	3.54	4.28	6.30	25.99	48.71	65.86
novembre	23.95	3.30	4.13	5.61	14.83	41.77	58.88	73.47
décembre	31.30	4.68	5.42	7.83	17.49	37.76	73.03	120.93
module	20.09	10.10	10.70	12.81	17.74	24.81	27.53	37.52
mini mensuel	3.56	1.75	2.04	2.49	3.43	4.19	5.29	6.22
vcn10	2.63	1.48	1.74	1.96	2.50	3.28	3.64	3.98
vcn30	3.16	1.66	1.96	2.28	3.15	3.87	4.25	5.27
moyenne juin-sept	6.74	3.41	3.82	4.23	6.09	7.51	10.53	11.66

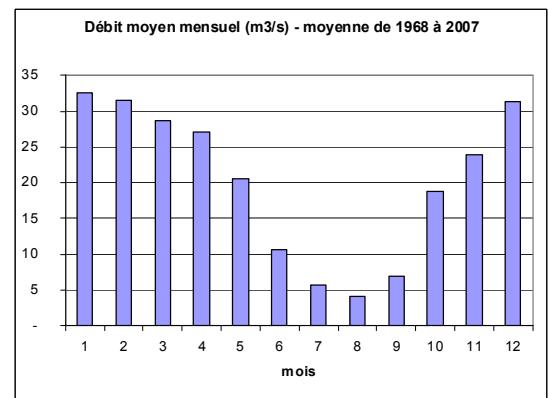


Figure 51 : Débits influencés par les prélèvements et les lâchers du barrage à l'amont de Béziers

mois	moyenne	20ans sec	10ans sec	5ans sec	2ans	5ans humide	10 ans humide	20ans humide
janvier	31.26	7.19	7.66	10.09	17.25	52.59	69.06	79.31
février	30.40	7.74	9.87	13.96	23.61	41.08	48.86	62.87
mars	28.09	8.08	9.59	10.99	18.33	41.96	50.13	70.77
avril	26.02	8.91	10.37	11.48	20.36	37.00	48.77	51.08
mai	20.09	7.77	8.15	9.65	16.10	28.00	34.02	43.89
juin	10.45	4.63	5.19	5.79	9.41	14.28	15.68	18.85
juillet	5.68	2.06	2.42	3.52	5.37	7.32	8.92	9.72
août	4.63	2.24	2.42	3.34	4.10	6.48	6.93	7.81
septembre	7.01	2.20	2.49	2.88	4.34	8.61	12.02	20.34
octobre	17.23	3.02	3.19	4.08	6.42	22.24	42.81	62.36
novembre	22.41	3.38	4.38	5.39	14.13	40.05	57.26	67.32
décembre	30.32	5.07	5.23	7.40	17.08	36.74	72.52	120.77
module	19.41	9.32	9.95	12.08	17.58	24.15	26.81	36.57
mini mensuel	3.90	1.82	2.04	2.42	3.73	5.04	5.88	7.15
vcn10	2.81	1.09	1.19	1.59	2.53	3.66	4.29	5.92
vcn30	3.42	1.53	1.75	2.28	3.15	4.54	5.00	6.64
moyenne juin-sept	6.80	2.91	3.44	3.92	5.90	8.45	10.62	13.02

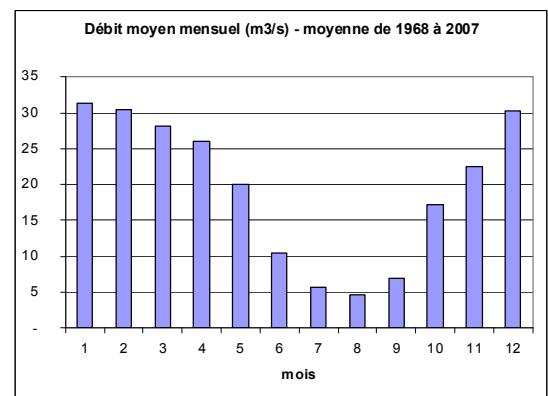


Figure 52 : Débits naturels à l'amont de Béziers

mois	moyenne	20ans sec	10ans sec	5ans sec	2ans	5ans humide	10 ans humide	20ans humide
janvier	32.58	7.43	7.73	9.99	19.83	53.78	73.55	82.77
février	31.41	8.49	10.48	14.17	25.51	41.90	49.59	65.28
mars	28.60	8.53	10.00	11.25	18.64	43.95	50.76	71.58
avril	27.04	9.01	10.46	12.30	22.11	37.41	50.61	52.81
mai	20.51	8.29	8.63	9.47	16.80	28.82	36.43	44.25
juin	10.66	5.27	5.71	6.38	8.95	13.65	16.52	19.32
juillet	5.68	3.00	3.10	3.89	5.21	6.54	8.53	9.50
août	4.18	2.35	2.62	2.80	3.88	5.31	6.11	7.00
septembre	7.02	2.17	2.35	2.88	3.76	8.58	14.41	24.49
octobre	18.82	2.57	3.54	4.28	6.30	25.99	48.71	65.86
novembre	23.95	3.30	4.13	5.61	14.83	41.77	58.68	73.47
décembre	31.30	4.68	5.42	7.83	17.49	37.76	73.03	120.93
module	20.09	10.10	10.70	12.81	17.74	24.81	27.53	37.52
mini mensuel	3.56	1.75	2.04	2.49	3.43	4.19	5.29	6.22
vcn10	2.63	1.48	1.74	1.96	2.50	3.28	3.64	3.98
vcn30	3.16	1.66	1.96	2.28	3.15	3.87	4.25	5.27
moyenne juin-sept	6.74	3.41	3.82	4.23	6.09	7.51	10.53	11.66

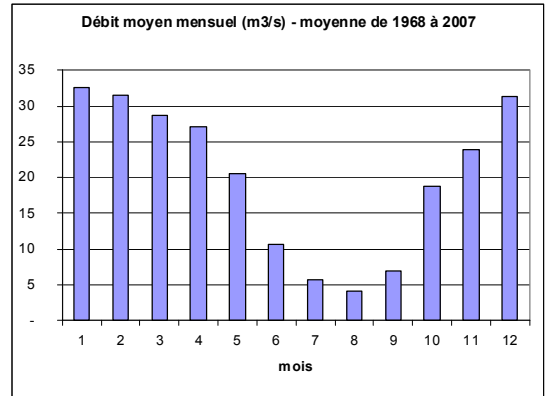


Figure 53 : Débits influencés par les prélèvements et les lâchers du barrage à l'amont de Béziers

mois	moyenne	20ans sec	10ans sec	5ans sec	2ans	5ans humide	10 ans humide	20ans humide
janvier	31.26	7.19	7.66	10.09	17.25	52.59	69.06	79.31
février	30.40	7.74	9.87	13.96	23.61	41.08	48.86	62.87
mars	28.09	8.08	9.59	10.99	18.33	41.96	50.13	70.77
avril	26.02	8.91	10.37	11.48	20.36	37.00	48.77	51.08
mai	20.09	7.77	8.15	9.65	16.10	28.00	34.02	43.89
juin	10.45	4.63	5.19	5.79	9.41	14.28	15.68	18.85
juillet	5.68	2.06	2.42	3.52	5.37	7.32	8.92	9.72
août	4.63	2.24	2.42	3.34	4.10	6.48	6.93	7.81
septembre	7.01	2.20	2.49	2.88	4.34	8.61	12.02	20.34
octobre	17.23	3.02	3.19	4.08	6.42	22.24	42.81	62.36
novembre	22.41	3.38	4.38	5.39	14.13	40.05	57.26	67.32
décembre	30.32	5.07	5.23	7.40	17.08	36.74	72.52	120.77
module	19.41	9.32	9.95	12.08	17.58	24.15	26.81	36.57
mini mensuel	3.90	1.82	2.04	2.42	3.73	5.04	5.88	7.15
vcn10	2.81	1.09	1.19	1.59	2.53	3.66	4.29	5.92
vcn30	3.42	1.53	1.75	2.28	3.15	4.54	5.00	6.64
moyenne juin-sept	6.80	2.91	3.44	3.92	5.90	8.45	10.62	13.02

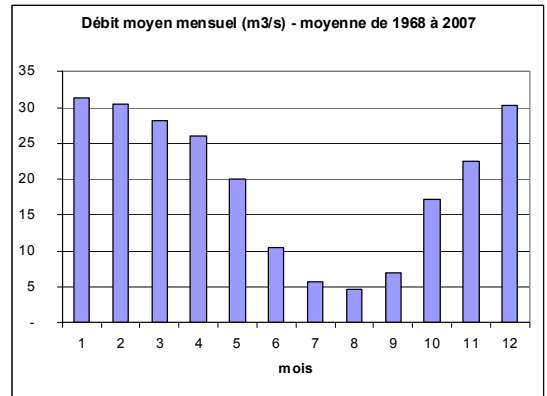
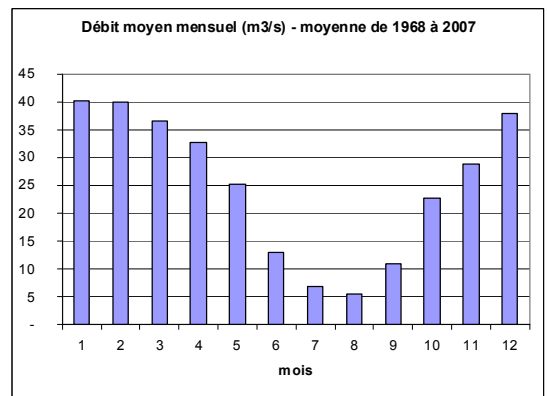


Figure 54 : Débits influencés par les prélèvements et les lâchers du barrage et d'EDF à l'amont de Béziers

mois	moyenne	20ans sec	10ans sec	5ans sec	2ans	5ans humide	10 ans humide	20ans humide
janvier	40.16	8.71	10.07	15.83	26.80	64.59	83.75	92.19
février	40.05	13.91	17.69	20.76	33.26	51.48	56.59	74.62
mars	36.56	14.45	15.50	16.32	26.93	48.96	62.76	88.81
avril	32.87	12.32	13.61	16.38	26.68	47.22	55.58	63.85
mai	25.30	9.02	9.81	12.56	20.26	35.34	41.97	55.88
juin	13.12	5.27	6.12	6.84	11.53	16.50	19.93	23.52
juillet	6.80	2.98	3.08	3.85	6.32	8.74	11.04	12.21
août	5.55	2.54	3.19	3.59	5.18	7.36	7.96	8.55
septembre	10.97	3.73	4.31	5.90	8.89	11.90	18.79	28.69
octobre	22.71	6.53	6.93	8.18	12.75	30.44	48.30	76.37
novembre	28.81	5.96	6.78	9.93	20.40	47.79	67.46	70.85
décembre	38.05	6.25	8.07	11.74	24.43	49.30	87.26	133.87
module	25.00	13.65	14.71	15.44	24.13	29.69	33.06	45.99
mini mensuel	5.16	2.54	3.02	3.45	4.85	6.92	7.75	8.44
vcn10	4.13	1.95	2.25	2.70	3.80	5.22	7.24	7.43
vcn30	4.80	2.43	2.99	3.31	4.47	6.39	7.70	8.38
moyenne juin-sept	8.91	3.90	4.42	5.87	8.34	10.74	12.86	17.31

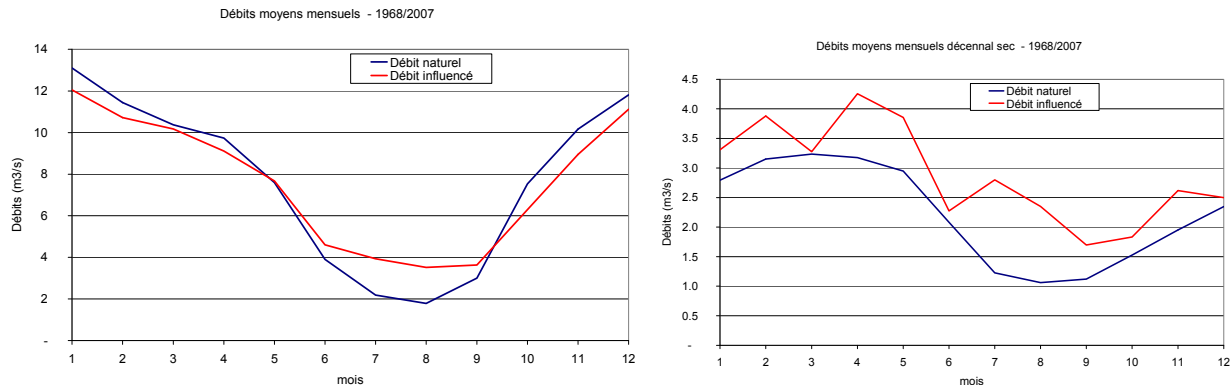


8.2 INFLUENCE DES LÂCHERS DU BARRAGE ET D'EDF SUR L'ORB

8.2.1 Hérépian

Sont présentés sur les graphiques suivants les variations mensuelles des débits moyens et décennaux secs aux trois points considérés

Figure 55 : Débits mensuels moyens et décennaux secs à Hérépian



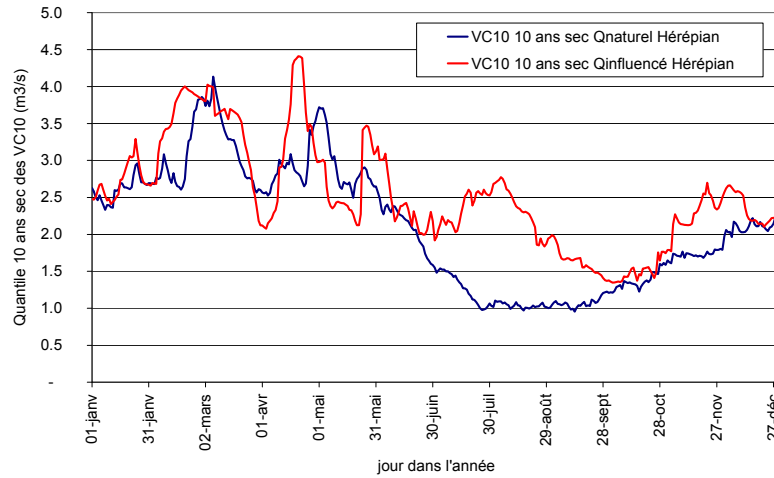
Ce point de contrôle permet de faire le bilan sur le tronçon entre le barrage et le premier affluent important de l'Orb, la Mare.

On constate que **le débit est fortement soutenu en été**. En effet, les débits moyens mensuels en période estivale si le barrage n'était pas présent seraient de l'ordre de $2 \text{ m}^3/\text{s}$ en année moyenne et de $1 \text{ m}^3/\text{s}$ en année sèche alors qu'avec le barrage les débits sont respectivement de l'ordre de $3,8 \text{ m}^3/\text{s}$ et $2 \text{ m}^3/\text{s}$.

En hiver, bien que le barrage soit souvent en mode stockage, on constate que celui-ci n'a pas conduit à avoir des débits faibles sur ce tronçon. La diminution moyenne de débit observée est $1 \text{ m}^3/\text{s}$.

Un zoom à l'échelle journalière (quantile sur les données journalières lissées sur 10 jours) donne le graphique suivant :

Figure 56 : Débits journaliers lissés sur 10 jours de fréquence décennale sèche



8.2.2 Aval Réals et Amont Béziers

Les graphiques présentés ci-dessous sont identiques à ceux pour Hérépian auxquels a été rajoutée une courbe qui intègre l'influence d'EDF.

Figure 57 : Débits mensuels moyens et décennaux secs à l'aval de Réals

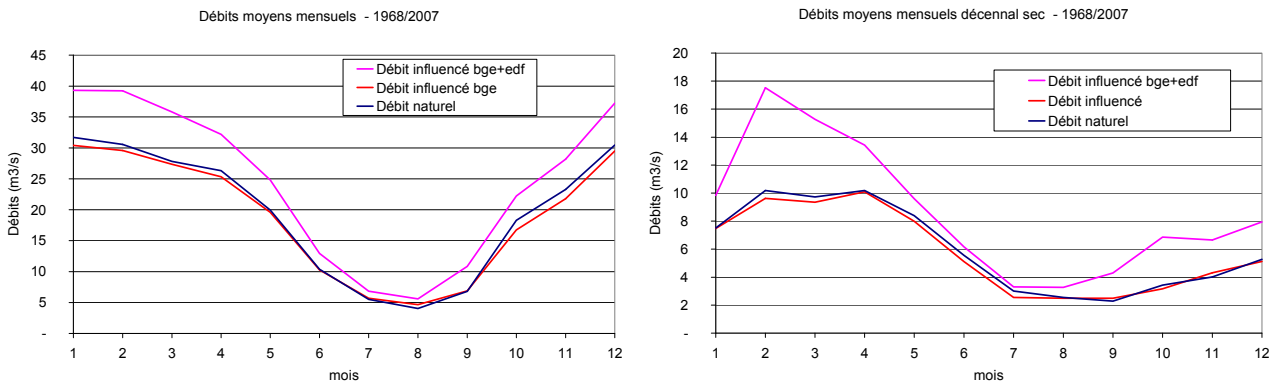
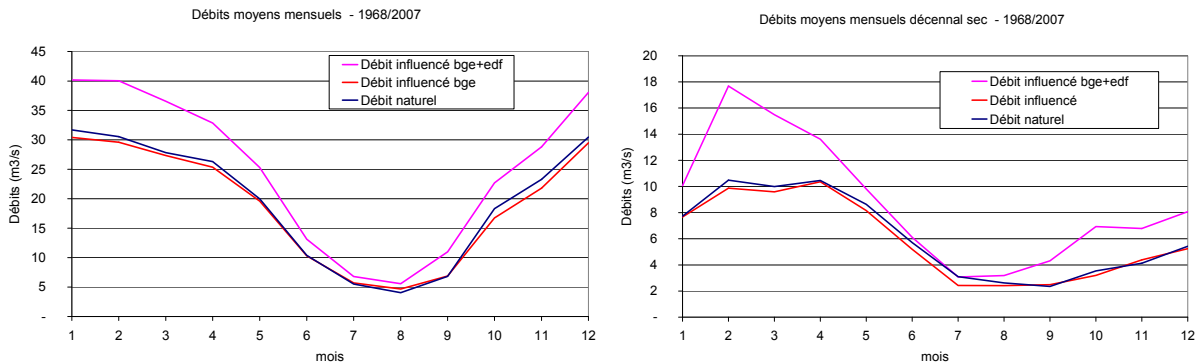
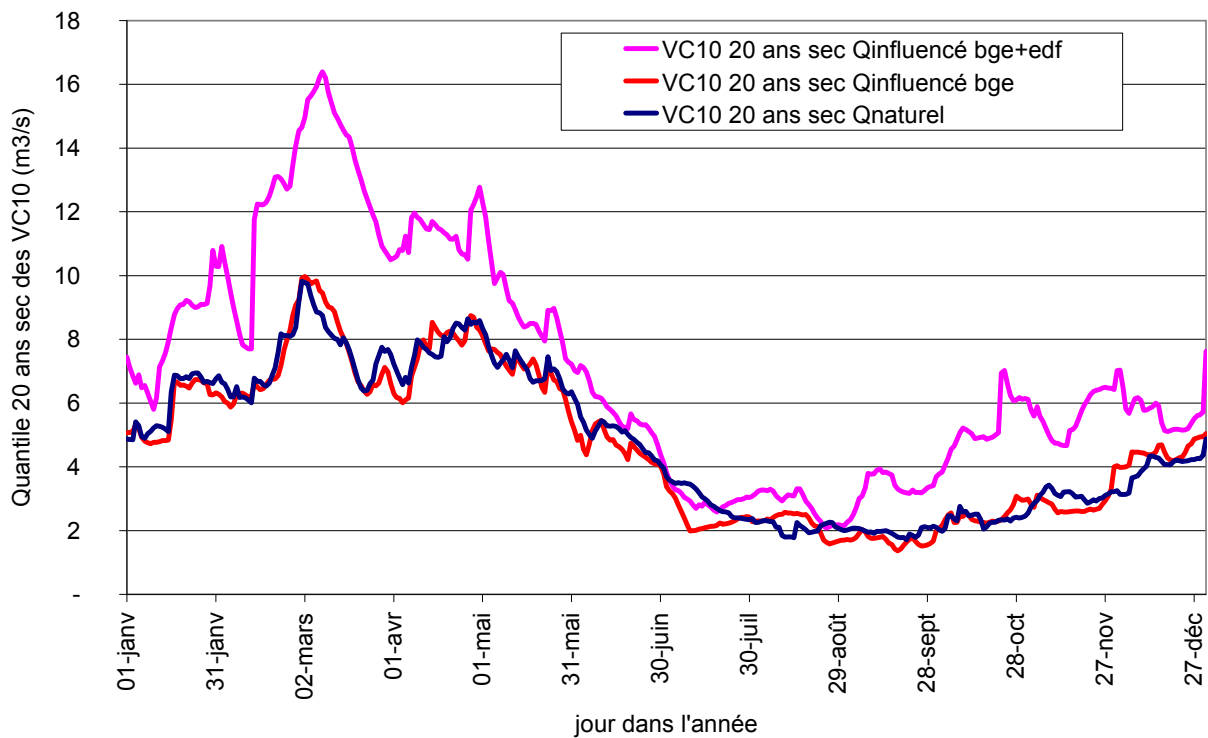
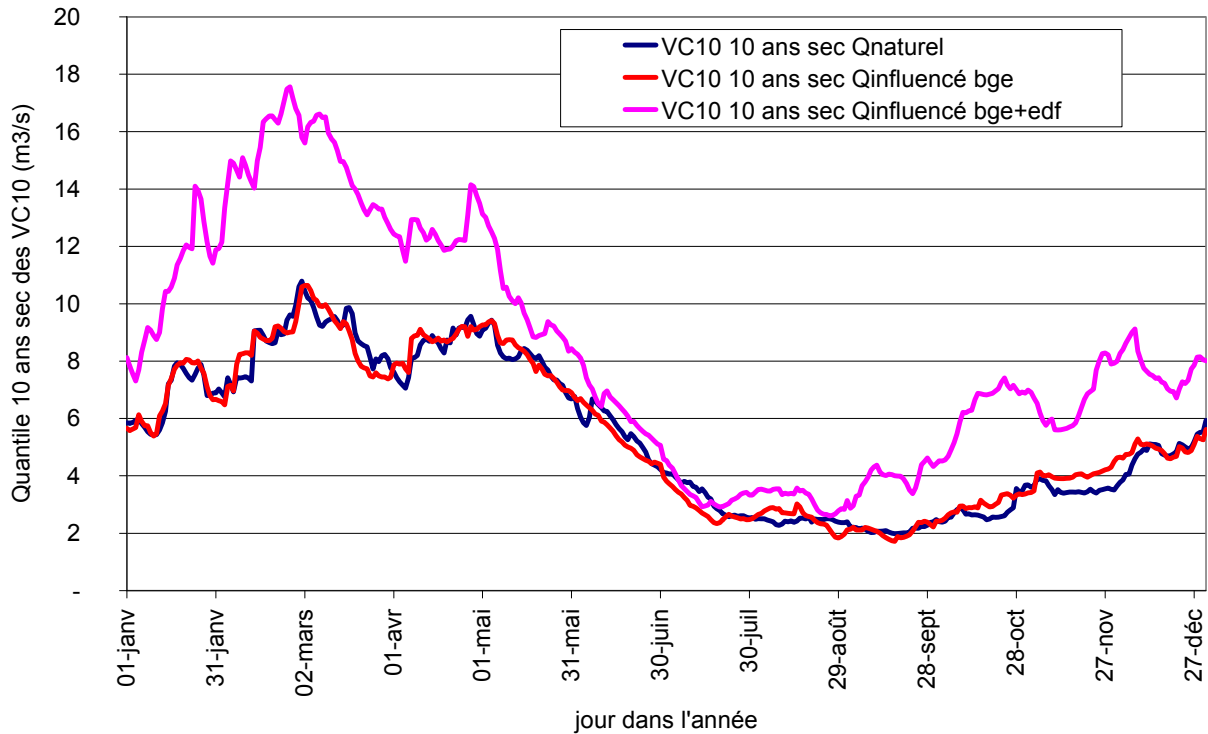


Figure 58 : Débits mensuels moyens et décennaux secs à l'amont de Béziers



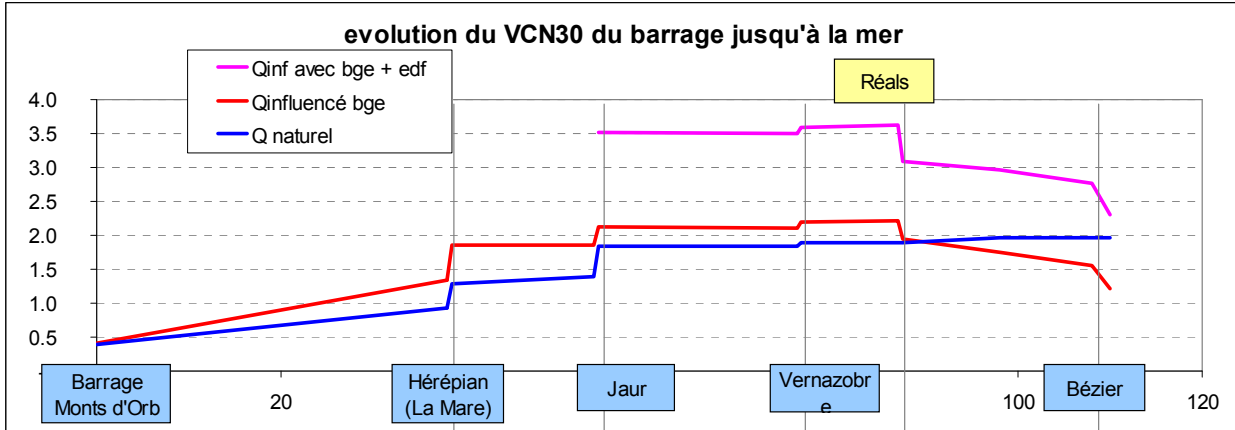
Que ce soit en année moyenne ou sèche, on constate que les débits historiquement lâchés par le barrage et EDF ont permis d'avoir un débit plus important l'été sur le tronçon Réals-Béziers.

Les graphiques suivants montrent les débits journaliers lissé sur 10 jour avec une occurrence décennale et vicennale sèche.



On constate que le barrage (avec EDF) a permis de maintenir un débit de l'ordre $3 \text{ m}^3/\text{s}$ en juillet et $2 \text{ m}^3/\text{s}$ en août à l'aval de Réals, tout en prenant en compte tous les prélèvements sur l'Orb à l'amont du point de consigne, alors que le débit naturel serait plutôt de $2 \text{ m}^3/\text{s}$ à $2.5 \text{ m}^3/\text{s}$ pour une année sèche et inférieur à $2 \text{ m}^3/\text{s}$ pour une année très sèche sur août-septembre.

Le graphique suivant montre le long de l'Orb quels sont les VCN30 pour une période de retour 10 ans :



On voit donc, (au delà des trois points analysés ci-dessus) si il n'y avait que le barrage, que les débits en étiage restent supérieurs aux débits naturels jusqu'à l'aval de Réals et que avec les lâchers d'EDF, les débits dans l'Orb ont été très supérieurs aux débits naturels. Rappelons qu'il s'agit ici d'une reconstitution des débits historiques et donc qu'à l'aval du Jaur, les débits observés dans la rivière sont ceux influencés avec EDF (et que les lâchers du barrage sont effectués en fonction du débit de la rivière et donc tiennent compte indirectement des lâchers EDF quand il y en a).

9. LE BARRAGE RÉPOND-IL À SA FONCTION NOMINALE ?

Les scénarios étudiés ci après représentent la façon dont le barrage et le fleuve Orb réagiraient dans le cas d'une série de débits représentative de l'aléa hydrologique (à savoir la chronique des débits historiques avec des prélèvements correspondants aux besoins en eau actuels ou futurs). Le barrage, dans cette simulation, obéit à sa fonction nominale : lâcher de l'eau pour permettre les prélèvements à Réals tout en assurant le respect du débit de consigne à l'aval de ce point de prélèvement.

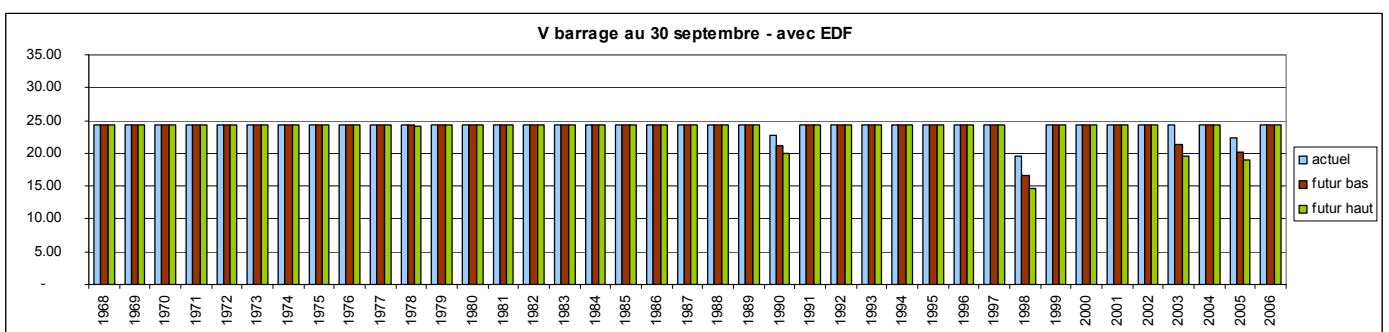
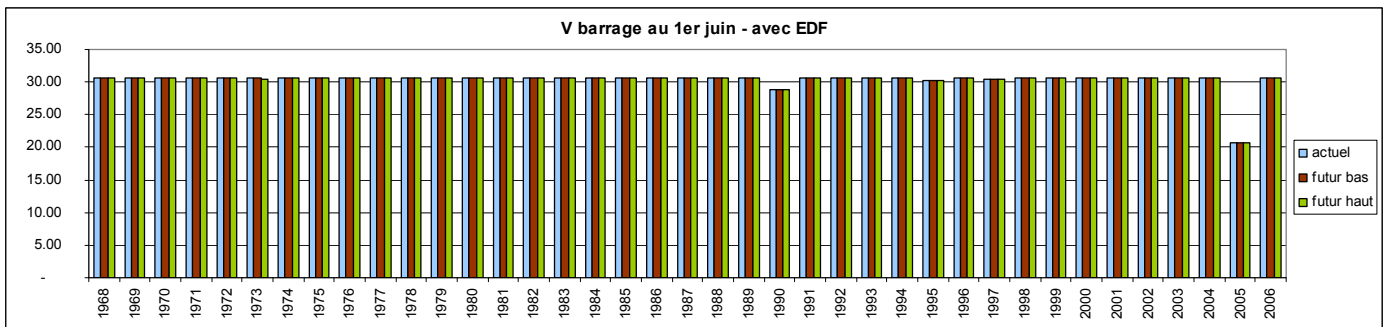
Dans ces simulations, la courbe actuelle de remplissage du barrage est utilisée (donc en respectant un creux un période de crue – cf. chap. 2.2.).

Trois scénarios de besoin sont testés (cf. paragraphe 4.5) :

- Besoins actuels
- Besoins hypothèse basse
- Besoins hypothèse haute

Ces besoins sont supposés fixes chaque année. Pour rappel il s'agit des besoins quinquennaux hauts (1 année sur 5 les conditions météorologiques sont telles que les besoins sont supérieur et 4 années sur 5 inférieurs). Les variations sont donc dues uniquement à l'hydraulicité de l'année.

Les graphiques suivants donnent les volumes présents dans le barrage par année au 1^{er} juin et au 30 septembre.



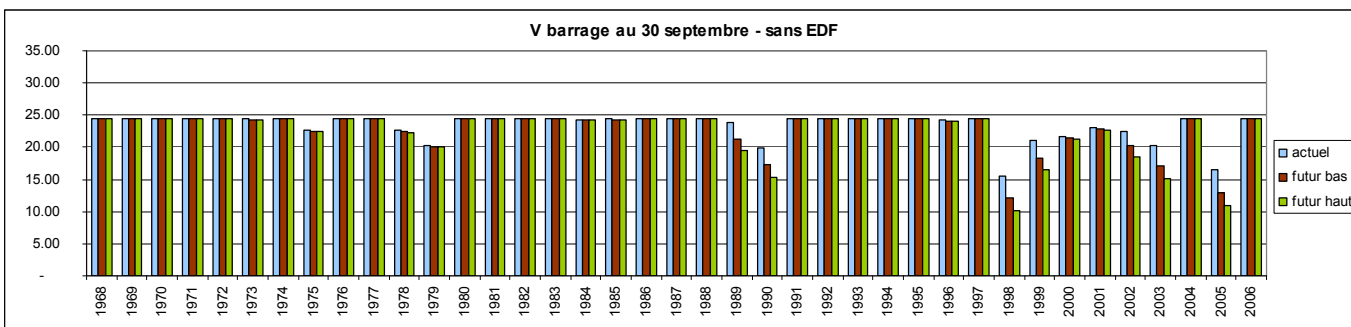
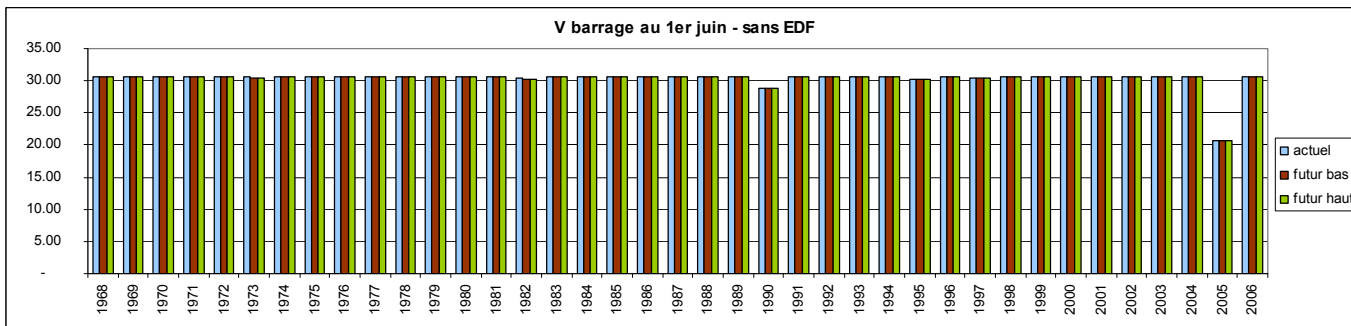
On constate que :

- En situation actuelle, le volume restant au 30 septembre est supérieur à 16 Mm³ 39 années sur 40
- En situation future le volume restant au 30 septembre est supérieur à 13 Mm³ 39 années sur 40 – (hypothèse haute des prélèvements BRL)

Remarque :

- Les volumes restants indiqués ci-dessus sont bien déduit du culot (6 Mm³) – voir chap. 6.

Les mêmes simulations ont été réalisées en supposant qu'il n'y avait aucun lâcher EDF dans l'Orb



On constate que, même en l'absence de tout lâcher EDF (absence de turbinage) :

- En situation actuelle, le volume restant au 30 septembre est supérieur à 14 Mm³
- En situation future le volume au 30 septembre restant est supérieur à 6 Mm³ 39 années sur 40 - hypothèse haute des prélèvements BRL

Le barrage n'ayant jamais été au culot dans toutes les simulations effectuées, cela montre que le débit de consigne a toujours été respecté. Cette première analyse permet de donner un ordre de grandeur des volumes restants dans le barrage une fois sa fonction nominale satisfaite.

Le barrage des Monts d'Orb permet donc de satisfaire chaque année sa fonction nominale avec un niveau de besoins actuel, et avec le niveau des besoins futurs estimés (hypothèse basse et haute). Il permet donc de compenser les prélèvements à hauteur des besoins actuels mais aussi de couvrir une progression prévisionnelle des besoins.

10. DE QUELLE MARGE DE MANŒUVRE DISPOSE-T-ON POUR AUGMENTER LES PRÉLÈVEMENTS ET/OU LES DÉBITS DE CONSIGNE ?

Les scénarios précédents (fonction nominale) ont mis en évidence les possibilités du système en état actuel de la consigne et du climat. Le but de ces nouveaux scénarios est de tester le lien entre les volumes prélevables à l'amont de Réals et le débit de consigne à l'aval de Réals. Ce lien peut être exprimé au travers de **deux questions corollaires** :

- **Pour un débit de consigne donné combien peut-on prélever ?**
- **Pour un volume prélevé, quel débit de consigne peut-on satisfaire ?**

Ce lien sera étudié en climat actuel et climat futur

Les hypothèses suivantes ont été retenues :

- Sur les 43 années de simulation, on ne s'autorise qu'une seule année pour laquelle on n'atteint pas les objectifs de respects du débit de consigne, autrement dit on raisonne en fréquence 39/40 de satisfaction de la consigne
- Le processus est donc itératif, on fixe un débit de consigne et on fait varier les prélèvements jusqu'à la limite du respect de la fréquence de satisfaction 39/40.
- La variation des prélèvements se fait de manière homothétique en partant des besoins actuels et faisant évoluer seulement les besoins bruts de BRL à Réals.
- Ces simulations itératives ont été effectuées avec le climat actuel (série historique non modifiée) mais également avec le scénario de changement climatique le plus sévère (A2).

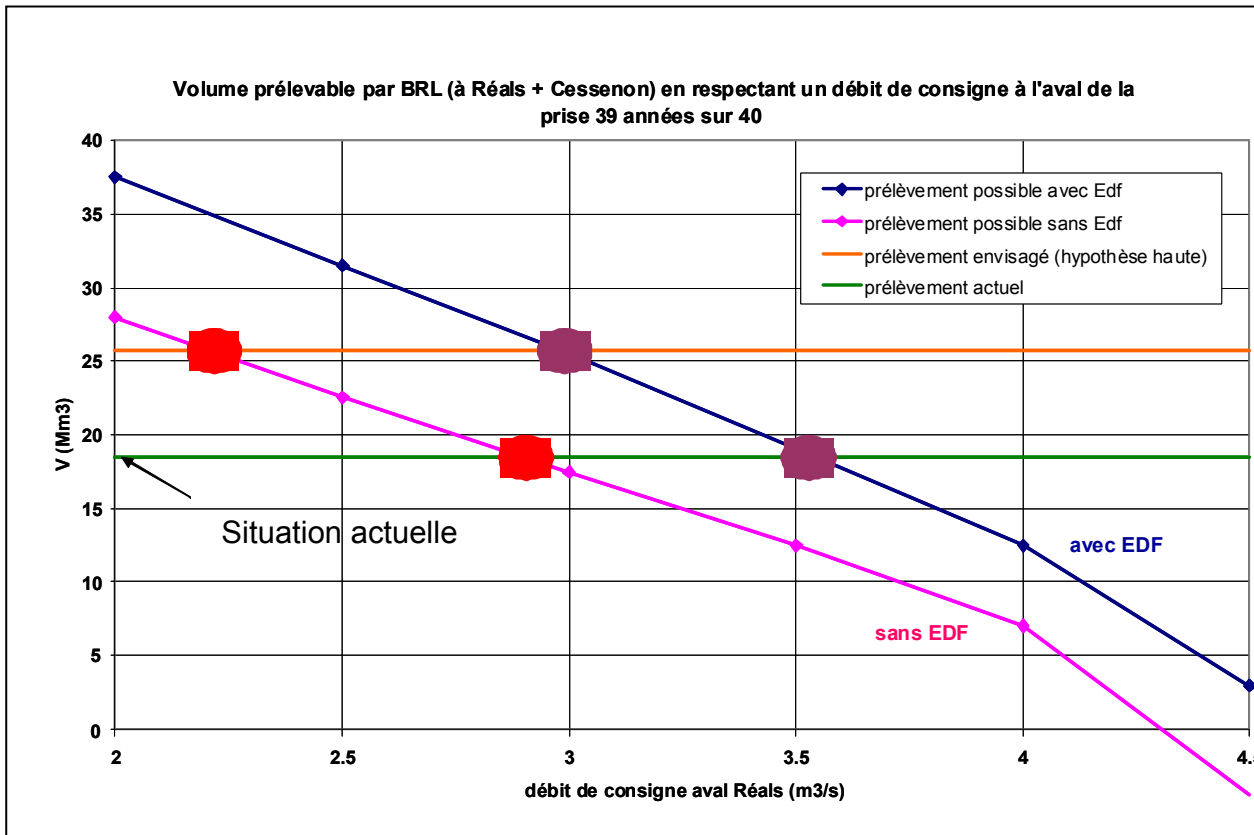
Il a été fait le choix d'étudier différents débits de consigne dans les simulations présentées ci-après pour tenir compte des études en cours sur le bassin versant et notamment « l'étude de définition des débits d'étiage de référence pour la mise en œuvre d'une gestion quantitative de la ressource en eau dans le bassin de l'Orb ».

10.1 CONCLUSIONS AVEC LE CLIMAT ACTUEL

Afin de représenter les simulations effectuées de manière synthétique, elles sont fournies sous forme de graphique :

- En abscisse est présenté le débit de consigne à respecter à Réals 39 années sur 40.
- En ordonnée figurent les prélèvements BRL à Réals (tous les autres prélèvements sur le bassin sont bien pris en compte sur le modèle)
- Pour faciliter la lecture, des lignes horizontales ont été dessinées. Elles représentent les niveaux prélèvements actuels à Réals ainsi qu'en hypothèse haute.

- Les abscisses commencent à 2 m³/s ainsi l'axe la lecture le long de l'axe des ordonnées correspond au prélèvement possible par rapport à l'actuel débit de consigne



- Enfin les courbes ont été dessinées en reliant les points issus des différentes simulations. En dessous de la courbe on respecte le débit de consigne, au dessus non.

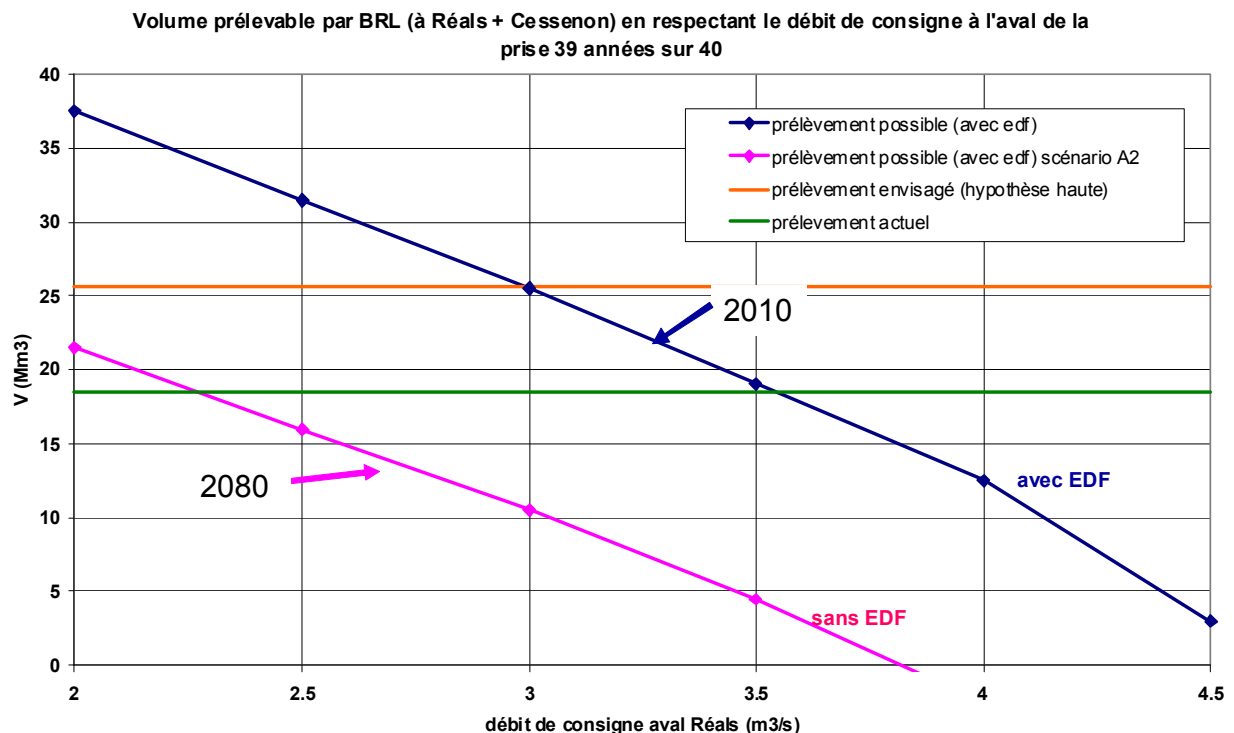
On constate que :

- avec le débit de consigne (DC) actuel de 2 m³/s, on peut prélever de l'ordre de 37,5 Mm³, soit 19 Mm³ supplémentaires par rapport aux prélèvements actuels (largement plus que l'hypothèse haute de croissance).
- Avec les prélèvements actuels (et en supposant qu'EDF continue de lâcher de l'eau comme il le fait), on pourrait, avec les 18.5 Mm³ prélevés actuellement satisfaire un débit de consigne de l'ordre de 3.5 m³/s.
Si EDF ne turbinait plus du tout, on pourrait satisfaire un débit de consigne de l'ordre de 2.9 m³/s
- Si les prélèvements augmentaient jusqu'à l'hypothèse haute (+7.2Mm³), on pourrait :
 - ◆ avoir un DC de l'ordre de 3 m³/s en aval de Réals si EDF continue les lâchers
 - ◆ avoir un DC de l'ordre de 2,2 m³/s en aval de Réals si EDF stoppe ses lâchers

10.2 CONCLUSIONS DANS L'HYPOTHÈSE D'UN CHANGEMENT CLIMATIQUE

Les mêmes simulations que ci-dessus avec prise en compte des lâchers EDF ont été réalisés mais en prenant en compte un scénario de changement climatique de type A2 (le plus pénalisant simulé, mais pas le « pire » des scénarios envisagés par le GIEC, cf. 5.3.2)

Afin de permettre la comparaison, nous avons reproduit sur ce graphique la courbe issue des calculs en situation de « climat actuel » avec les lâchers EDF.



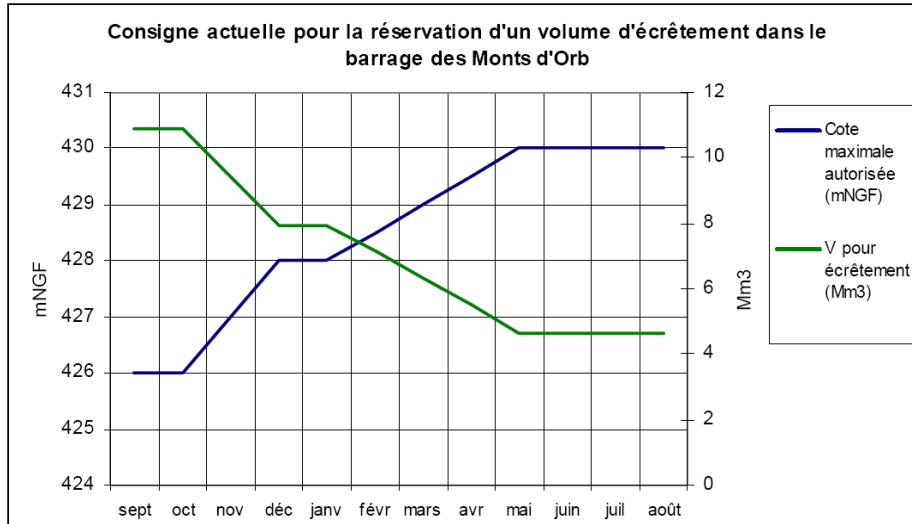
On constate que l'impact du changement climatique est très important sur la possibilité de prélever ou satisfaire un débit de consigne.

En effet, alors qu'on pourrait prélever jusqu'à 19 Mm³ supplémentaire dans les conditions actuelles (en respectant le DC de 2 m³/s) on ne pourrait plus prélever que 4 Mm³ supplémentaires dans le cas du scénario de changement climatique A2.

On voit également qu'avec ces hypothèses, si on voulait augmenter le débit de consigne (actuellement de 2 m³/s), cela voudrait dire qu'il faudrait diminuer les prélèvements en deçà des niveaux actuels (au delà d'un débit de consigne de 2,3 m³/s).

11. QUELS SONT LES IMPACTS D'UNE MODIFICATION DU MODE DE GESTION DES CRUES ?

On rappelle que les simulations présentées ci-dessus ont été effectuées avec la courbe de remplissage utilisée actuellement en période de crue. Elle est rappelée dans le graphique ci-dessous :



D'autres simulations ont été effectuées, en prenant pour base des courbes de consigne de crue différentes :

- Pas de contrainte : on autorise le barrage à être plein, même en période de crue.
- Contrainte pour faire passer une crue de période de retour 10 000 ans (décamillénale) sans problème : abaissement du plan d'eau à 417.5 mNGF les mois de septembre à novembre et à 423 mNGF des mois de décembre à mars.

Les simulations ont montré que le fait de s'imposer une courbe de crue décamillénale pénalise peu la probabilité de remplissage du barrage au 1^{er} juin (passage de 4 à 5 années de non remplissage au 1^{er} juin sur la série de 39 ans), et lui permet donc de continuer à répondre à sa fonction nominale (pas de défaillance au niveau du débit de consigne à Réals).

Les impacts d'une modification de la courbe de consigne pour les crues porte essentiellement sur la perte de productible d'énergie hydroélectrique. Les résultats sont présentés ci-dessous :

courbe de consigne pour les crues ?	courbe de consigne pour garantir le remplissage ?	Question de la production hydroélectrique		Question de l'espérance de remplissage		
		CA hydroélectricité moyen (€)	écart à la situation référence (€)	volume moyen au 1er juin (Mm3)	Nb d'années où barrage non plein au 1er juin	moyenne des écarts à Vmax (Mm3)
non	oui	354 836	26 791	30.3	2	5.7
actuel	oui	328 045	-	30.3	4	3.1
10 000	oui	279 275	- 48 770	30.3	5	2.7

On constate donc que la gestion actuelle visant à faire un creux automnal engendre en moyenne une perte d'environ 25 000 euros par an.

Abaisser le plan d'eau en automne-hiver pour écrêter correctement une crue de période de retour de 10 000 engendrerait une perte de productible supplémentaire de presque 50 000 euros en moyenne.

On retrouve ici les niveaux de perte de recette qui avaient été évalués dans l'étude sur la modification de gestion du barrage en 2000.

Ces simulations complémentaires de modification de gestion du plan d'eau du barrage conduisent aux conclusions suivantes :

- Gestion sans contrainte d'écrêtement des crues : on autorise un remplissage de la retenue le plus tôt possible. Ce scénario montre une incidence sur la production d'énergie d'environ 25 000€ par an en moyenne, une plus grande probabilité de remplissage du barrage, mais une moins bonne incidence sur les crues de novembre à avril.
- Gestion du plan d'eau plus basse pour écrêter une crue de fréquence 1/10 000. Dans ce cas, le barrage est maintenu vide (417.5NGF) jusqu'en novembre, puis rempli uniquement à partir de décembre. L'incidence sur le turbinage est de -50 000 € par an environ.

Ces scénarios complémentaires ont été élaborés pour couvrir le champs du possible, mais ne correspondent pas à des demandes exprimées, ni par BRL, ni pas les acteurs du bassin versant de l'Orb. Ces derniers n'ont fait valoir aucune demande spécifique d'abaissement du plan d'eau pour des contraintes d'atténuation des crues.

Les conclusions des diverses simulations incitent BRL à conserver la courbe de remplissage utilisée actuellement.

12. SYNTHÈSE ET CONCLUSIONS

L'étude sur les perspectives d'évolution de la gestion des volumes stockés dans le barrage des monts d'Orb a précisé la disponibilité en eau de la ressource Orb (régulée par le barrage des Monts d'Orb) et les perspectives d'évolution en tenant compte de plusieurs facteurs :

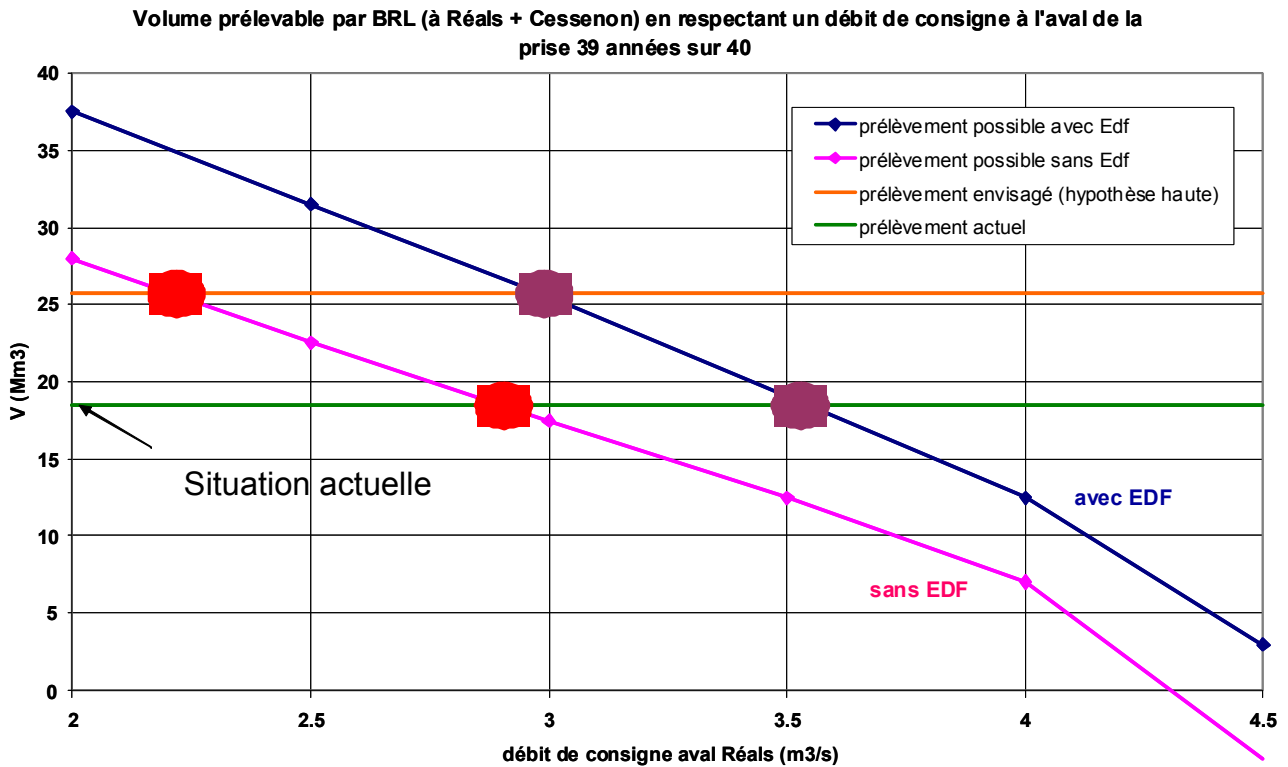
- 3 scénarios de besoins :
 - ◆ Besoins actuels
 - ◆ Besoins futurs hypothèse basse (les nouveaux besoins du Nord Est de Béziers et de Vias Agde s'inscrivent dans ce scénario)
 - ◆ Besoins futurs hypothèse haute
- Différents niveaux de consigne de débit à respecter à Béziers (le règlement actuel du barrage fixe le débit dans l'Orb à l'aval de Réals à $2\text{m}^3/\text{s}$).
- L'incidence des lâchers EDF sur les débits de l'Orb à Béziers (lâchers de l'usine hydro-électrique de Montahut, qui rejette dans l'Orb de l'eau provenant de l'Agout (bassin versant atlantique). Les débits lâchés sont, à ce jour, non programmables car l'usine de Montahut permet à EDF de produire lors de pointe de demande.

Diverses simulations ont été réalisées sur une série hydrographique de 40 ans pour vérifier le volume résiduel dans le barrage dans chaque scénario.

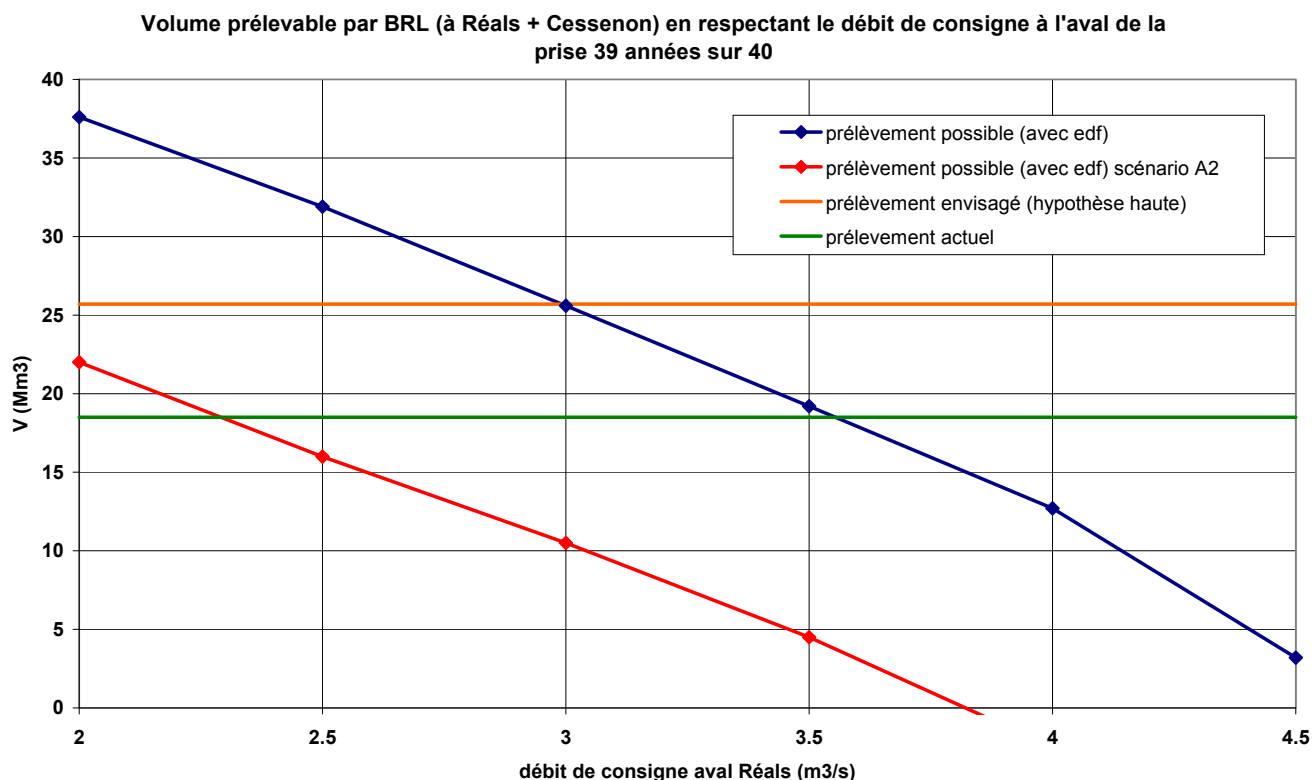
Enfin, un scénario de changement climatique de type A2 (baisse de 11% des précipitations, hausse de $4,4\text{ }^\circ\text{C}$ de la température, hausse de 15 % de l'ETP,) a été simulé.

Les conclusions de l'étude sont synthétisées par les graphiques suivants :

- **Climat actuel** : la modélisation montre que sous le climat actuel, le barrage est capable de satisfaire les prélèvements actuels et futurs en hypothèse haute pour un volume annuel supplémentaire jusqu'à 19 Mm³ et un débit de l'Orb à Réals maintenu à 2 m³/s, quel que soit l'apport d'EDF.



- **Changement climatique** : en cas de changement climatique selon le scénario simulé (scénario A2 très pénalisant : à condition de conserver les lâchers EDF et avec un débit de consigne dans l'Orb à $2\text{m}^3/\text{s}$, on peut prélever seulement 4Mm^3 de plus que les prélèvements actuels. Les prélèvements futurs potentiels ne seront donc pas tous satisfaits.



A moyen terme et à climat constant, le barrage peut satisfaire la croissance des prélèvements de la concession régionale, tout en conservant des volumes pour d'autres fonctionnalités (hausse des exigences de débits biologiques, besoins AEP aval, ...)

A plus long terme, le changement climatique peut amputer la capacité de régulation du barrage et augmenter le risque de défaillance de remplissage. La sécurisation des besoins pas le projet Aqua Domitia permettra de garantir la satisfaction de tous les usages et de prévenir les accidents de pollution par l'apport d'une ressource complémentaire.