




AMÉLIORATION DE L'UTILISATION DES RESSOURCES EN EAU A DES FINS AGRICOLES EN REPONSE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Etude Hydraulique

Phase 2 : Synthèse et propositions de scénarios d'aménagement



V2 – Septembre 2019

	<p>BRL ingénierie</p> <p>1105 Av Pierre Mendès-France BP 94001 30001 NIMES CEDEX 5</p>

Date du document	Avril 2019
Contact	Sébastien Chazot – sebastien.chazot@brl.fr

Titre du document	Etude Hydraulique - Amélioration de l'utilisation des ressources en eau à des fins agricoles en réponse aux changements climatiques
Référence du document :	Rapport de phase 2
Indice :	V2

Date émission	Indice	Observation	Dressé par	Vérifié et Validé par
14/05/2019	V1	Version provisoire. En attente d'éléments.	Romain Vidal, Mathilde Mary, Raphaëlle Lavenus, Marion Mahé, Benjamin Vennat	Sébastien Chazot
13/09/2019	V2	Version reprise suite à commentaires de la DDT	Romain Vidal Benjamin Vennat	Sébastien Chazot

AMELIORATION DE L'UTILISATION DES RESSOURCES EN EAU A DES FINS AGRICOLES EN REPOSE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Etude Hydraulique — Phase 2 : Synthèse et propositions de scénarios d'aménagement

PRÉAMBULE	1
1 FORMULATION DES SCÉNARIOS	3
1.1 METHODOLOGIE	3
1.1.1 Approche générale.....	3
1.1.2 Informations utiles à l'élaboration des scénarios.....	4
1.2 SCENARIOS ETUDIES	10
1.2.1 Scénario de référence.....	10
1.2.2 Scénarios d'aménagement.....	19
1.2.3 Regard critique sur la définition des scénarios.....	23
2 ANALYSE TECHNIQUE DES AMENAGEMENTS PROPOSES	23
2.1 PRINCIPALES HYPOTHESES	23
2.2 DESCRIPTION DES SCENARIOS DE DESSERTE	28
2.2.1 Valorisation des ressources en eau locales	28
2.2.1.1 Principes généraux	28
2.2.1.2 Propositions par secteur	28
2.2.2 Desserte à partir du Rhône	44
2.2.2.1 Principe général.....	44
2.2.2.2 Critères de conception	47
2.2.2.3 Branche Nord — Bollène.....	49
2.2.2.4 Branche Sud — Grangeneuve.....	52
2.2.2.5 Projets locaux	60
2.2.2.6 Synthèse des coûts	62
2.2.3 Rhône / Durance, quelle articulation?	64
2.2.3.1 Principe general.....	64
2.2.3.2 Critères de conception	67
2.2.3.3 Branche Nord — Bollène.....	67
2.2.3.4 Branche Sud — Grangeneuve et Alimentation par la Durance	67
2.2.3.5 Projets locaux	69

2.2.3.6	Synthèse des coûts	71
2.3	QUELS COUTS POUR L'AGRICULTEUR ?	72
2.4	MULTI-USAGES DES RESEAUX	73
2.5	QUALITE DES EAUX	75
2.6	QUELLE VISION DES AGRICULTEURS SUR LE PROJET ?	77
3	ANALYSE COÛTS-BÉNÉFICES ET ANALYSE FINANCIÈRE.....	78
3.1	MÉTHODOLOGIE.....	78
3.2	RESULTATS DES ANALYSES.....	82
4	SYNTHÈSE DES SCÉNARIOS.....	87
5	CONCLUSION.....	90

TABLE DES ILLUSTRATIONS

LISTE DES FIGURES

Figure 1-1 : Principe de l'élaboration et de l'analyse des scénarios	4
Figure 1-2 : Sous-secteurs de la zone d'étude	6
Figure 1-3 : Localisation de la demande en eau	7
Figure 1-4 : Nappe miocène protégé	9
Figure 1-5 : Axes de desserte à partir du Rhône	20
Figure 1-6 : Axes de desserte à partir du Rhône et de la Durance	22
Figure 2-1 : Loi de débit pour la modélisation du scénario Rhône variante n°1 à 1 m ³ /h/ha	24
Figure 2-2 : Projet local sur les Hauts de Valréas – Piémont de la Lance	29
Figure 2-3 : ASA concernées par les projets locaux dans le secteur Lez Moyen	30
Figure 2-4 : ASA concernées par les projets locaux dans le secteur Aygues amont	31
Figure 2-5 : ASA concernées par les projets locaux dans le secteur Ouvèze amont	32
Figure 2-6 : ASA concernées par les projets locaux dans le secteur Piémont Dentelles	33
Figure 2-7 : ASA concernées par les projets locaux dans le secteur Mer de Vigne - Aygues	34
Figure 2-8 : Projets locaux du secteur Bassin Saint Paul Trois Châteaux	35
Figure 2-9 : Projets locaux de la Plaine de Piolenc	36
Figure 2-10 : ASA concernées par les projets locaux du secteur Ouvèze Aval	37
Figure 2-11 : Scénario de desserte à partir du Rhône – Variante 1	45
Figure 2-12 : Scénario de desserte à partir du Rhône – Variante 2	46
Figure 2-13 : Emplacement envisageable pour un réservoir	48
Figure 2-14 : Diamètres des adducteurs – Variante 1	54
Figure 2-15 : Diamètre des adducteurs – Variante 2	55
Figure 2-16 : Emplacement du surpresseur – scénario Rhône – Variante 2	57
Figure 2-17 : Scénario de desserte à partir du Rhône et de la Durance – Variante 1	65
Figure 2-18 : Scénario de desserte à partir du Rhône et de la Durance – Variante 2	66
Figure 3-1 : Schéma de fonctionnement de l'analyse économique	81
Figure 3-2 : Dispersion de la VAN économique par scénario	82
Figure 3-3 : Dispersion de la VAN financière par scénario pour un taux de subvention à 65%	84
Figure 4-1 : Bilan entre volumes économisés et nouveaux prélèvements par scénario par rapport à la situation actuelle	87
Figure 4-2 : Superficies irriguées totales par scénario	88

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1-1 : Bilan des projets du scénario de référence	12
Tableau 2-1 : Bordereau des caractéristiques et prix des conduites	25
Tableau 2-2 : Coûts de création de forage	25
Tableau 2-3 : Coûts de retenue collinaire	26
Tableau 2-4 : Bilan des projets du scénario solutions locales	38
Tableau 2-5 : Débit au niveau de la prise sur le Rhône en fonction du débit d'équipement – Branche Nord	50
Tableau 2-6 : Zones desservies – Branche Nord	50
Tableau 2-7 : Estimation du coût d'investissement Branche Nord – Variante 1	51
Tableau 2-8 : Estimation du coût d'investissement Branche Nord – Variante 2	51
Tableau 2-9 : Estimation du coût de fonctionnement Branche Nord – Variante 1	52
Tableau 2-10 : Estimation du coût de fonctionnement Branche Nord – Variante 2	52
Tableau 2-11 : Débit au niveau de la prise sur le Rhône en fonction du débit d'équipement – Branche Sud	53
Tableau 2-12 : Zones desservies – Branche Sud	58
Tableau 2-13 : Estimation du coût d'investissement Branche Sud – Variante 1	59
Tableau 2-14 : Estimation du coût d'investissement Branche Sud – Variante 2	59

Tableau 2-15 : Estimation du coût de fonctionnement Branche Sud – Variante 1.....	59
Tableau 2-16 : Estimation du coût de fonctionnement Branche Sud – Variante 2.....	60
Tableau 2-17 : Projets locaux maintenus dans le cadre du scénario Rhône	60
Tableau 2-18 : Synthèse des coûts des scénarios Rhône.....	62
Tableau 2-19 : Comparaison des coûts en fonction du débit d'équipement – variante 1.....	63
Tableau 2-20 : Comparaison des coûts en fonction du débit d'équipement – variante 2.....	63
Tableau 2-21 : Débit d'entrée sur chacun des 3 adducteurs – Scénario Rhône / Durance, Branche Sud.....	68
Tableau 2-22 : Zones desservies – Scénario Rhône-Durance – Branche Sud	68
Tableau 2-23 : Estimation du coût d'investissement Scénario Rhône / Durance - Branche Sud.....	69
Tableau 2-24 : Estimation du coût de fonctionnement Scénario Rhône / Durance - Branche Sud.....	69
Tableau 2-25 : Projets locaux prévus dans le cadre du scénario Rhône / Durance	70
Tableau 2-26 : Synthèse des coûts du scénario Rhône / Durance.....	72
Tableau 2-27 : Estimation des coûts d'irrigation pour un agriculteur	73
Tableau 3-1 : Superficie irriguée totale par scénario	79
Tableau 3-2 : Planning des investissements (%).....	80
Tableau 3-3 : VAN économique.....	82
Tableau 3-4 : VAN financière – subvention à 80%	83
Tableau 3-5 : VAN financière – subvention à 65%	83
Tableau 3-6 : VAN financière – subvention à 50%	84
Tableau 3-7 : Analyse financière : global vs local.....	85
Tableau 3-8 : Résultats par secteurs (k€).....	86
Tableau 4-1 : Synthèse des scénarios	89

PREAMBULE

Le projet de territoire Hauts de Provence Rhodanienne, porté par la préfecture du Vaucluse, vise à mettre en œuvre une gestion équilibrée de la ressource en eau. Il doit permettre de mobiliser à l'échelle du territoire les différents outils qui permettront de limiter les prélèvements aux volumes prélevables. L'objectif est d'atteindre cet équilibre en prenant en compte la qualité chimique et écologique des milieux aquatiques et en s'adaptant à l'évolution des conditions climatiques, tout en visant à accroître la valeur ajoutée du territoire.

Il comprend différentes composantes dont « l'opération d'amélioration de l'utilisation des ressources en eau à des fins agricoles », menée par la Chambre d'Agriculture de Vaucluse. Dans le cadre de cette opération, la Chambre a assuré la réalisation d'un état des lieux agricole détaillant notamment les usages et besoins en eau sur le territoire. Elle a confié le volet hydraulique et l'étude de scénarios d'aménagement associés à BRLingénierie.

Le présent rapport correspond à la phase 2 de ce volet hydraulique. Après une première phase de diagnostic des infrastructures en place et de leur fonctionnement, il propose et étudie différentes solutions d'aménagement pour le territoire d'un point de vue technique, économique et de leur impact sur l'équilibre quantitatif et le développement du territoire.



1 FORMULATION DES SCÉNARIOS

1.1 METHODOLOGIE

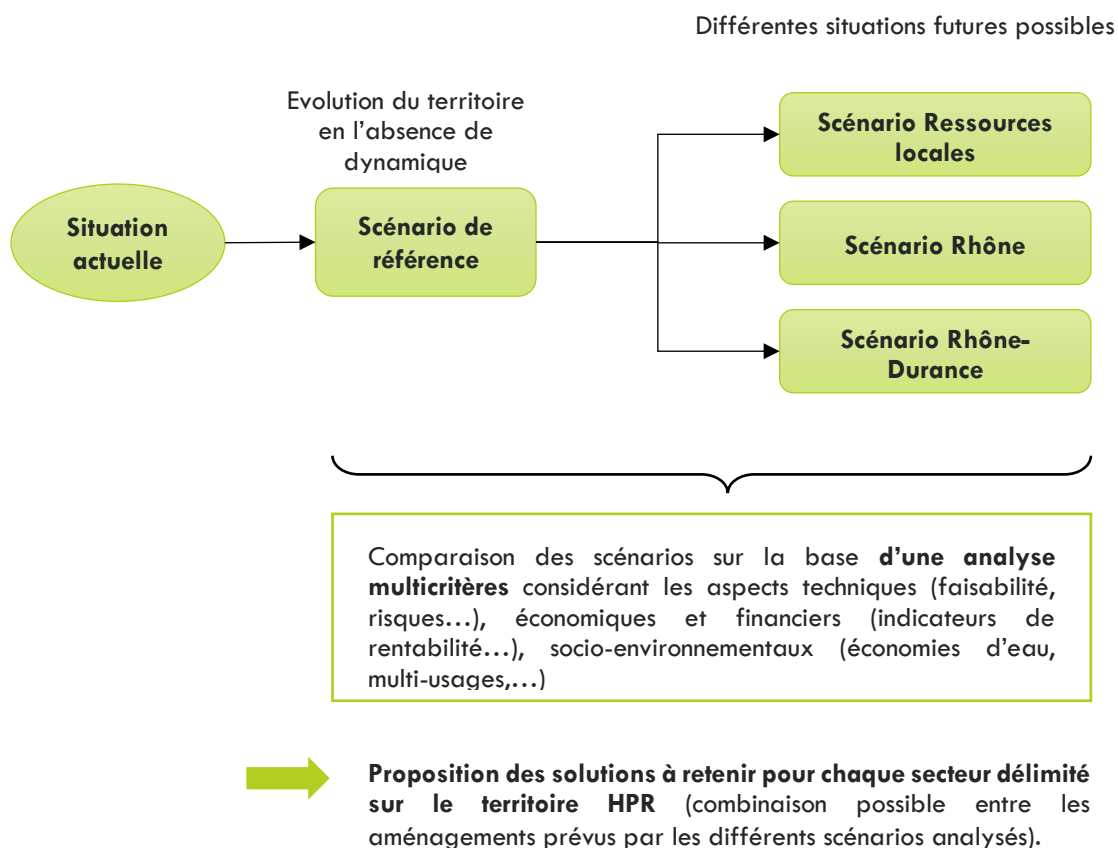
1.1.1 Approche générale

L'objectif de l'étude de différents scénarios d'aménagement est de comparer différentes solutions d'un point de vue technique et économique afin de mettre à disposition des décideurs et maîtres d'ouvrage les connaissances nécessaires à une décision éclairée leur permettant d'orienter leurs choix d'intervention et d'investissements.

La démarche proposée repose sur la comparaison d'un scénario dit « de référence » correspondant à l'évolution la plus plausible du territoire en l'absence d'intervention, et de différents scénarios d'aménagement. Une telle analyse doit permettre de déterminer (i) si les scénarios d'aménagement représentent une évolution plus souhaitable que la situation de référence et (ii) de comparer les performances de ces scénarios d'aménagement vis-à-vis d'un certain nombre de critères (techniques, économiques, environnementaux...). Chacun des scénarios étant décliné à l'échelle de secteurs délimités dans le cadre de l'étude, l'ensemble de solutions finalement retenu pourra correspondre à une combinaison de plusieurs des scénarios étudiés (scénario Rhône sur un secteur associé à des actions du scénario ressources locales etc.).



Figure 1-1 : Principe de l'élaboration et de l'analyse des scénarios



1.1.2 Informations utiles à l'élaboration des scénarios

Pour construire les scénarios de desserte du territoire des Hauts de Provence Rhodanienne, une approche combinant entretiens auprès d'agriculteurs et de gestionnaires d'infrastructures collectives, visites de terrain, enquêtes, études bibliographiques, mobilisation de l'expérience de la Chambre d'Agriculture et expertise hydraulique a été mise en œuvre. La définition des scénarios repose sur différents éléments d'analyse préliminaires.

- **Analyse de la demande en eau et de sa localisation** (volet traité par la Chambre d'Agriculture de Vaucluse).

Lors de l'élaboration d'un projet d'irrigation, **le paramètre clé est la bonne connaissance de la demande en eau de manière à concevoir un projet cohérent sur les plans technico-économiques et adapté aux besoins**. Un travail important avait été réalisé en amont par la Chambre pour recenser les besoins, avec entre autres des ateliers par commune qui ont permis d'identifier les demandes (besoins agricoles et besoins des collectivités).

Une analyse de l'occupation du sol et des enquêtes auprès de la profession et des représentants des filières ont été réalisées afin de préciser les besoins agricoles. Ce besoin a été estimé en plusieurs étapes.

- Croisement des données d'occupation du sol et d'aptitude des sols pour éliminer les surfaces inaptes ou peu aptes au développement de l'agriculture et connaître la répartition des principales cultures sur le territoire
- Détermination de « taux de recours à l'irrigation » pour différentes cultures c'est-à-dire une proportion du territoire qui serait irriguée si la ressource en eau était disponible (sur la base d'entretiens avec la profession et les représentants des filières).



- Prise en compte du fait que les parcelles cartographiées à partir de l'occupation du sol ne sont en réalité pas entièrement irrigables, mais qu'une partie correspond à des superficies non agricoles (habitations, routes, chemins, haies...). Un taux de 0,7 a donc été appliqué aux superficies précédemment obtenues.

Un rendu cartographique a permis de localiser et de visualiser l'intensité de la demande agricole ainsi obtenue sur le territoire par sous-secteurs homogènes. Pour rappel du rapport de phase 1, la superficie irriguée potentielle totale sur le périmètre d'étude s'élèverait à plus de 33 000 ha, dont près de 16 000 ha déjà irrigués actuellement.



Figure 1-2 : Sous-secteurs de la zone d'étude

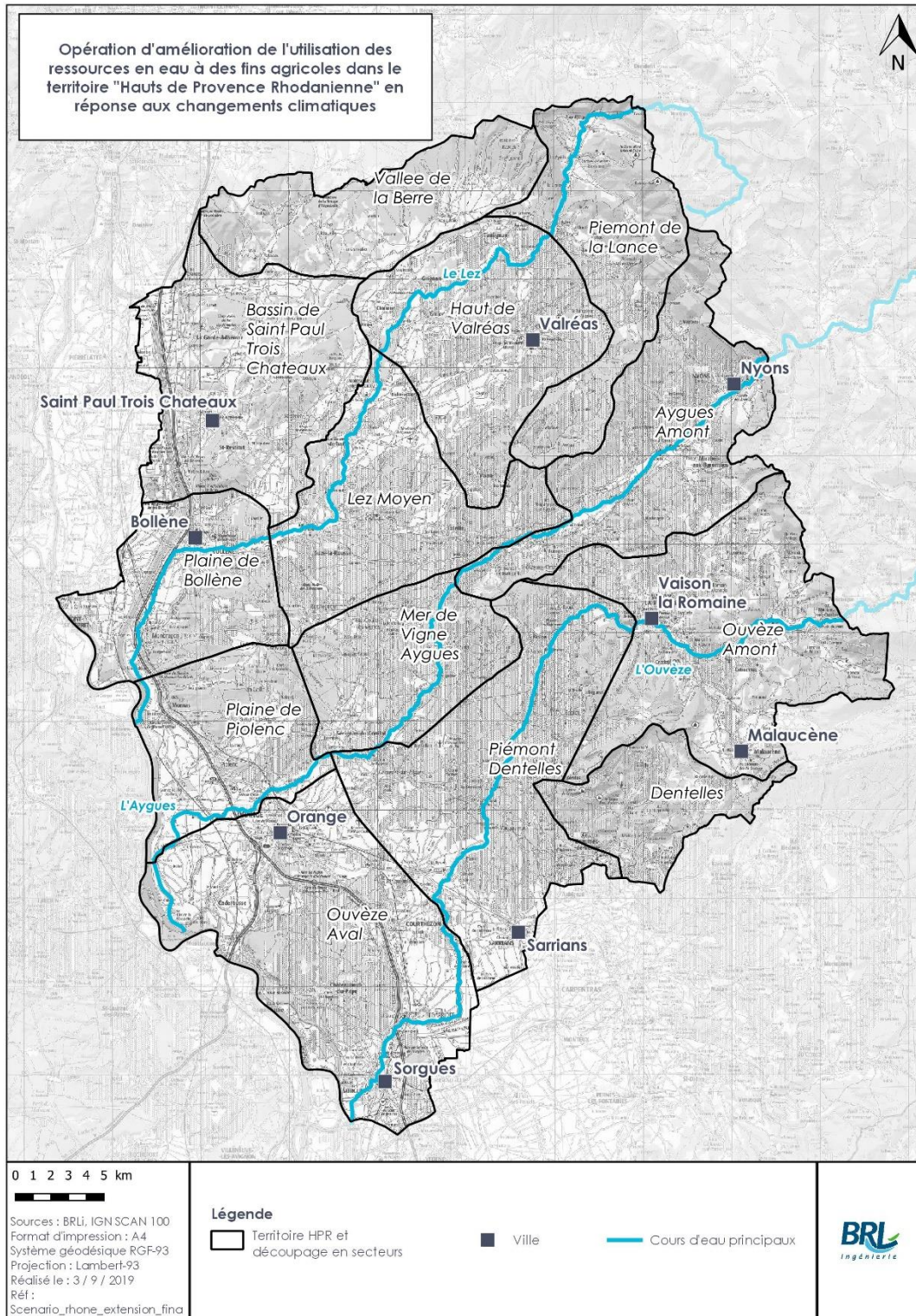
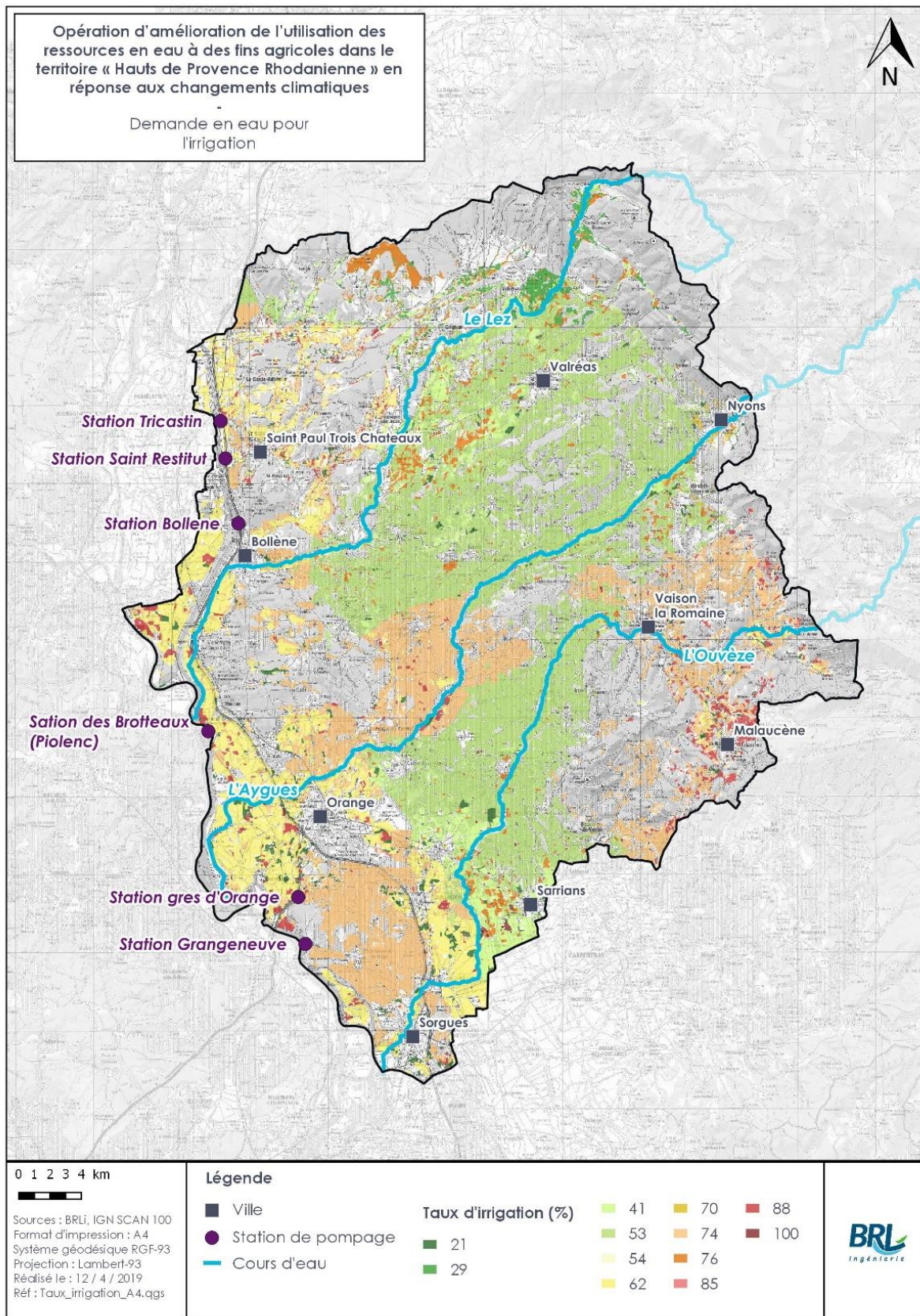


Figure 1-3 : Localisation de la demande en eau





- **Diagnostic hydraulique** (phase 1 de la présente étude)

Des visites de terrain ont permis de rencontrer certains gestionnaires d'infrastructures hydrauliques et de discuter des problématiques rencontrées et des solutions envisagées. Une expertise des prises existantes sur le Rhône a été menée de manière à identifier les points de prélèvement les plus adaptés en vue d'une mobilisation de la ressource en eau du Rhône.

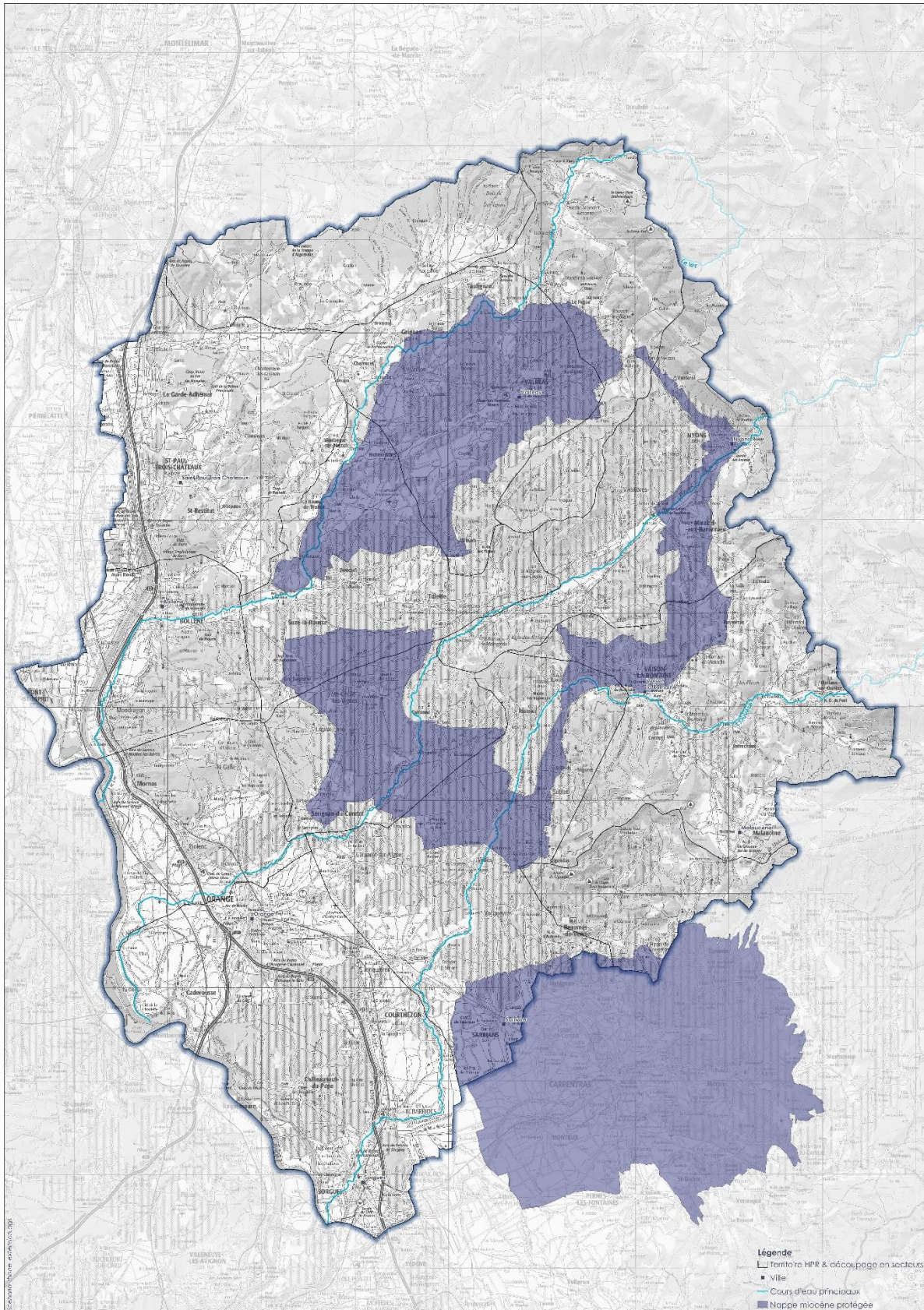
- **Recensement des projets identifiés sur le territoire** (phase 1 de la présente étude).

L'ensemble des projets envisagés par les acteurs du territoire ont été recensés : actions proposées dans le cadre des PGRE (Plan de Gestion de la Ressource en Eau) sur les bassins du Lez, de l'Aygues et de l'Ouvèze, mesures prévues dans les schémas directeurs disponibles pour certains canaux, études préliminaires sur les possibilités de mobilisation des eaux du Rhône, projets identifiés lors des rencontres avec les gestionnaires d'ASP.

- **Mise en parallèle du besoin et des ressources disponibles.**

Le territoire des Hauts de Provence Rhodanienne est concerné par plusieurs ressources : les ressources des bassins du Lez, de l'Aygues et de l'Ouvèze sur lesquels des réductions de prélèvements sont demandées en période estivale mais dont l'usage peut être envisagé en dehors des périodes de tension, des ressources souterraines à l'exception des zones protégées de la nappe Miocène (réservées pour l'AEP), la Durance dont l'accès est rendu possible sur le territoire par le réseau du canal de Carpentras, et le Rhône (voir phase 1 pour davantage de détails).

Figure 1-4 : Nappe miocène protégé





1.2 SCENARIOS ETUDIÉS

1.2.1 Scénario de référence

Comme indiqué plus haut, l'objectif du scénario de référence est de représenter la situation future telle qu'elle serait en l'absence d'investissements structurants et de nouvelle dynamique insufflée au territoire.

Ce scénario est indispensable pour évaluer les apports des scénarios d'aménagement par comparaison à une situation où le territoire continuerait d'évoluer sans intervention particulière. L'absence d'intervention ne signifie en effet pas un gel de la situation actuelle. Compte tenu du contexte (vieillesse des réseaux existants, exigences d'économies d'eau sur les ressources déficitaires dès 2021, difficultés d'accès à la ressource en contexte de changement climatique, travaux programmés par les ASA...) la situation du territoire sera amenée à évoluer quoi qu'il arrive.

En accord avec les discussions du Comité Technique de juillet 2017, le scénario de référence a donc été formulé, en considérant les points listés ci-dessous.

- **L'obligation d'atteinte des objectifs de réduction des prélèvements sur les ressources déficitaires (Lez, Aygues et Ouvèze) fixés par les études volumes prélevables et repris dans les PGRE.**

Pour chacune des actions prévues par le PGRE, une analyse au cas par cas a été réalisée afin de différencier :

- les actions déjà mises en œuvre ou qui seront de toute façon mises en œuvre dans les années à venir (dissolution de certaines ASA dont les infrastructures sont vétustes et peu utilisées, modernisation de réseau lorsque ces modernisations semblent réalistes (maître d'ouvrage ayant les moyens techniques et financiers de mettre en œuvre l'action). **Ces actions sont intégrées au scénario de référence.**
- Les actions dont la mise en œuvre semble improbable en l'absence d'intervention extérieure (soutien financier, aide au montage des dossiers techniques et de demande de financement...). Il s'agit par exemple d'actions de modernisation (mise sous pression) dans les cas où le maître d'ouvrage est opposé à l'action proposée ou ne dispose pas des moyens nécessaires (moyens humains, techniques ou financiers). **Ces actions ne sont pas intégrées au scénario de référence. En revanche, étant donné l'exigence d'atteinte des objectifs de réductions des prélèvements on considère que les périmètres irrigués des ASA concernées ne peuvent plus être desservis dans le cas de tensions sur la ressource en eau superficielle. Cela représente donc une perte de superficie irriguée sur le territoire.**

- **Les actions programmées par les ASA et ne figurant pas dans le PGRE.**

Certaines ASA (notamment l'ASA du canal de Carpentras ou l'ASA Ouvèze Ventoux) ont identifié des actions (modernisation, extension de réseau...). Ces ASA ont parfois programmé leurs investissements et disposent des moyens techniques et financiers de les mettre en œuvre. **Ces actions ont été intégrées au scénario de référence.**

- **L'augmentation des difficultés d'accès à l'eau rencontrées par certaines ASA.**

Les retours en provenance des acteurs de terrain attestent dans un certain nombre de cas des difficultés des ASA gérant des réseaux gravitaires à alimenter leur réseau en période estivale. Ces situations risquent d'empirer compte tenu de la baisse probable des débits des cours d'eau en lien avec le changement climatique, et de l'application stricte de la réglementation sur le respect des débits réservés. **Le scénario de référence prend en compte ce phénomène en diminuant les superficies irriguées associées à ces structures.**

Remarque : l'appréciation de ces différents cas de figure nécessite une connaissance fine du contexte et de la situation des différentes ASA. Les connaissances et l'expertise de la Chambre d'Agriculture et de la DDT de Vaucluse ont pour cela été mobilisées au cours de plusieurs réunions de travail au moment de la construction du scénario de référence.



Les actions du scénario de référence sont précisées dans le tableau ci-dessous. Leur lien avec les actions du PGRE est mis en exergue.



Tableau 1-1 : Bilan des projets du scénario de référence

Secteur	Structure	Action prévue par le PGRE	Action retenue dans le scénario de référence	Ressource	Economie d'eau annuelle sur ressources locales (m3)	Economie d'eau sur ressources locales à l'étiage (m3)	Delta superficies par rapport à situation actuelle (ha)	Coût d'investissement (€)
Lez Moyen	ASL du canal du Parol	Fermeture de la prise et dissolution de l'ASA (PGRE-Lez Action Irrigation#2)	Fermeture de la prise et dissolution de l'ASA	Lez	1 100 000	766 000	-30	
	ASA du canal des Gravennes	Fermeture de la prise et dissolution de l'ASA (PGRE-Lez Action Irrigation#2)	Fermeture de la prise et dissolution de l'ASA				-14	
	ASA de Resse Colombier	Fermeture de la prise et dissolution de l'ASA (PGRE-Lez Action Irrigation#2)	Fermeture de la prise et dissolution de l'ASA				0	
	ASA de Bigari		L'ASA de Bigari cesse de fonctionner (perte de 15ha irrigués) du fait des contraintes actuelles	Lez	970 000	680 000	-15	
	ASA du canal du Comte	Biodiversité (PGRE Aygues - Action irrigation #6).	Substitution du prélèvement en rivière par un ou des forages (nappe de l'Aygues ou Miocène non protégé) et modernisation des 60 ha déjà irrigués actuellement	Aygues	1 600 000	930 000		360 000

Secteur	Structure	Action prévue par le PGRE	Action retenue dans le scénario de référence	Ressource	Economie d'eau annuelle sur ressources locales (m3)	Economie d'eau sur ressources locales à l'étiage (m3)	Delta superficies par rapport à situation actuelle (ha)	Coût d'investissement (€)
Aygues amont	AFR de Vinsobre	Fermeture du canal, création de puits individuels pour une 10 aine d'ha (PGRE Aygues - Action Irrigation #5)	Fermeture du canal et mise en place de forages individuels en substitution	Aygues	3 000 000	1 660 000		180 000
	ASA de défense de l'irrigation de Mirabel aux Baronnies	Reconversion du réseau gravitaire : 140 ha irrigués gravitairement passent sous pression (PGRE Aygues - Action Irrigation #4)	L'ASA n'a pas les moyens de mettre en œuvre l'action du PGRE. Pour se conformer aux réductions des prélèvements estivaux, l'ASA doit interrompre son prélèvement en période estivale et ne peut desservir son périmètre.	Aygues	2 600 000	1 500 000	-30	
	ASCO du canal du moulin de Villedieu		On considère que la moitié du périmètre ne peut plus être desservie du fait des contraintes sur la ressource en eau.	Aygues			-40	
	ASCO du canal supérieur de Saint Roman et ASA des Lônes et du Moulin	Modernisation par passage sous pression (83 ha) - Action envisagée par l'ASA (PGRE Aygues - Action irrigation#3)	Fermeture de l'ASA	Aygues	622 000	622 000	-3	
Ouvèze amont	ASA d'irrigation de Mollans sur Ouvèze	Substitution de la prise d'eau de Toulourenc par un forage en nappe d'accompagnement	L'ASA ne met pas œuvre l'action. Pour respecter les DOE et débits réservés, elle est obligée d'interrompre	Ouvèze	245 469	180 000	-9	



Secteur	Structure	Action prévue par le PGRE	Action retenue dans le scénario de référence	Ressource	Economie d'eau annuelle sur ressources locales (m3)	Economie d'eau sur ressources locales à l'étiage (m3)	Delta superficies par rapport à situation actuelle (ha)	Coût d'investissement (€)
		(PGRE Ouvèze - Action irrigation #2) ou retenues collinaires	l'irrigation en période estivale (pour la part du périmètre irriguée à partir de la prise sur le Toulourenc).					
	ASA d'irrigation de Mollans sur Ouvèze		Compte tenu des ressources disponibles en été, l'ASA n'est pas en mesure d'irriguer son périmètre correctement. Cela entraîne une baisse voir une disparition des superficies irriguées (40ha irrigués actuellement dont 9 abandonnés suite à l'action ci-dessus)	Ouvéze	1 154 500	620 500	-31	
	ASA Ouvèze Ventoux		L'action n'est pas mise en œuvre. Compte tenu des ressources disponibles en été, l'ASA n'est pas en mesure d'irriguer son périmètre correctement. Les difficultés rencontrées entraînent des pertes de rendement. On considère que 30% des superficies irriguées ont des rendements équivalents aux rendements en sec (soit 111 ha).	Ouvéze	1 185 000		-111	

Secteur	Structure	Action prévue par le PGRE	Action retenue dans le scénario de référence	Ressource	Economie d'eau annuelle sur ressources locales (m3)	Economie d'eau sur ressources locales à l'étiage (m3)	Delta superficies par rapport à situation actuelle (ha)	Coût d'investissement (€)
	ASA Ouvèze Ventoux	Passage sous pression du secteur Besse Espagnol Fontareau (30ha) (PGRE Ouvèze - Action irrigation 1C)	Arrêt total du gravitaire et passage sous pression du secteur Besse Espagnol Fontareau (30ha)	Ouvèze		1 100 000		500 000
	ASA Ouvèze Ventoux	Interconnexion avec l'ASA du Canal de Carpentras	L'action n'est pas mise en œuvre					
	ASA du hameau de Veau	Fermeture de la prise et dissolution (PGRE Ouvèze - action irrigation #12)	Fermeture de la prise et dissolution (- 1ha irrigué)	Ouvèze	240 000	180 000	-1	
	ASA du canal du Moulin de Crestet	Passage sous pression par extension du réseau de l'ASA Ouvèze Ventoux (25ha) (Périmètre actuellement irrigué gravitairement à partir d'eau du périmètre gravitaire de l'ASA Ouvèze Ventoux (Besse Fontareau). (PGRE Ouvèze Action Irrigation #8)	L'ASA n'a pas les moyens de mettre en œuvre l'action du PGRE. Pour satisfaire les exigences de réduction des prélèvements, elle doit interrompre l'irrigation en période estivale sur les surfaces irriguées actuellement (12 ha).	Ouvèze	630 000	300 000	-12	



Secteur	Structure	Action prévue par le PGRE	Action retenue dans le scénario de référence	Ressource	Economie d'eau annuelle sur ressources locales (m3)	Economie d'eau sur ressources locales à l'étiage (m3)	Delta superficies par rapport à situation actuelle (ha)	Coût d'investissement (€)
Piémont Dentelles	ASA des arrosants de Roaix		Compte tenu des difficultés actuelles rencontrées par l'ASA en raison du manque de ressource, on estime que la moitié du périmètre ne pourra plus être irrigué (soit 15 ha)	Ouvèze		720 000	-15	
	ASA canal du moulin et cours d'eau réunis de Séguret	Etude de possibilité de recours à des forages individuels et fermeture du canal (PGRE Ouvèze - Action Irrigation #6C)	Fermeture du canal	Ouvèze	1 520 000	1 520 000	-30	180 000
	ASA d'arrosage de Violès-Sablet	Substitution du prélèvement en rivière par un prélèvement dans la nappe de l'Ouvèze et mise sous pression du réseau pour 120ha (PGRE Ouvèze - Action Irrigation #3B et3C)	L'action n'est pas mise en œuvre. Pour satisfaire les exigences de réduction des prélèvements du PGRE les 60 ha qui devaient être irrigués sous pression ne peuvent plus être irrigués en période estivale (rendements équivalents à des cultures en sec)	Ouvèze	3 830 000	2 850 000	-60	225 000
	Canal de Carpentras		Reconversion du secteur de Monteux (diminution du besoin à surface irriguée égale)	Durance		1 700 000		7 200 000
	Canal de Carpentras		Reconversion du secteur de Sarrians	Durance		1 000 000		12 000 000

Secteur	Structure	Action prévue par le PGRE	Action retenue dans le scénario de référence	Ressource	Economie d'eau annuelle sur ressources locales (m3)	Economie d'eau sur ressources locales à l'étiage (m3)	Delta superficies par rapport à situation actuelle (ha)	Coût d'investissement (€)
			(diminution du besoin à surface irriguée égale)					
Mer de Vigne Aygues	ASA de Sainte Cécile	Substitution par un prélèvement en nappe et modernisation du réseau (périmètre 100ha irrigables dont 90 irrigués actuellement)	L'ASA ne met pas œuvre l'action. Pour respecter les DOE et débits réservés, elle est obligée d'interrompre l'irrigation en période estivale.	Aygues /Meyne	1 210 000	1 210 000	-90	
	ASCO d'entretien et d'aménagement hydraulique de Sérignan		Reconversion du réseau gravitaire pour 50 ha et raccordement au réseau de Piolenc Uchaux	Aygues		Pris en compte dans les économies de l'ASA de Sainte Cécile		Cf. Plaine de Piolenc
	ASA des eaux d'Alcyon et de la Buissonnade, de Saint Jean, Saint-Paul, des Quartier et du Plan de Dieu (ASA en cours de fusion)	Création d'un bassin de stockage, station de pompage et réseau sous pression pour l'irrigation de 300ha en Rive gauche de l'Aygues (superficies partagées entre l'ASCO d'Alcyon et l'ASA de la Buissonnade) (PGRE Aygues Irrigation #11)	Le réseau n'est pas mis en place. Pour respecter les DOE et débits réservés, l'ASA est obligée d'interrompre l'irrigation en période estivale.	Aygues	1 570 000	876 000	-153	



Secteur	Structure	Action prévue par le PGRE	Action retenue dans le scénario de référence	Ressource	Economie d'eau annuelle sur ressources locales (m3)	Economie d'eau sur ressources locales à l'étiage (m3)	Delta superficies par rapport à situation actuelle (ha)	Coût d'investissement (€)
Plaine de Piolenc	ASA du canal de Carpentras (Piolenc-Uchaud)		Extension du réseau jusqu'aux portes de Sérignan (140 ha), reconversion de 50 ha de l'ASCO de Sérignan et surdimensionnement de l'adducteur principal pour permettre extensions futures	Rhône			140	2 035 000
TOTAL					21 477 000	17 514 500	-504	21 400 000

18

Ressource	Economies d'eau (m3)
Aygues	5 588 000
Lez	1 446 000
Ouvèze	6 570 442
Meynes	
Rhône	
Durance	2 700 000
Aygues/Miocène	1 210 000
Ressource	Augmentation des prélèvements estivaux (m3)
Rhône	430 000



1.2.2 Scénarios d'aménagement

Une fois le scénario de référence défini, celui-ci a servi de base à la formulation de différents scénarios d'aménagement.

Compte tenu de l'obligation de réduction des prélèvements sur les ressources déficitaires, **chacun des scénarios d'aménagement est élaboré de façon à pouvoir a minima atteindre les objectifs de réduction fixés.**

Chacun des scénarios est brièvement décrit ci-dessous.

SCENARIO VALORISATION DES RESSOURCES LOCALES

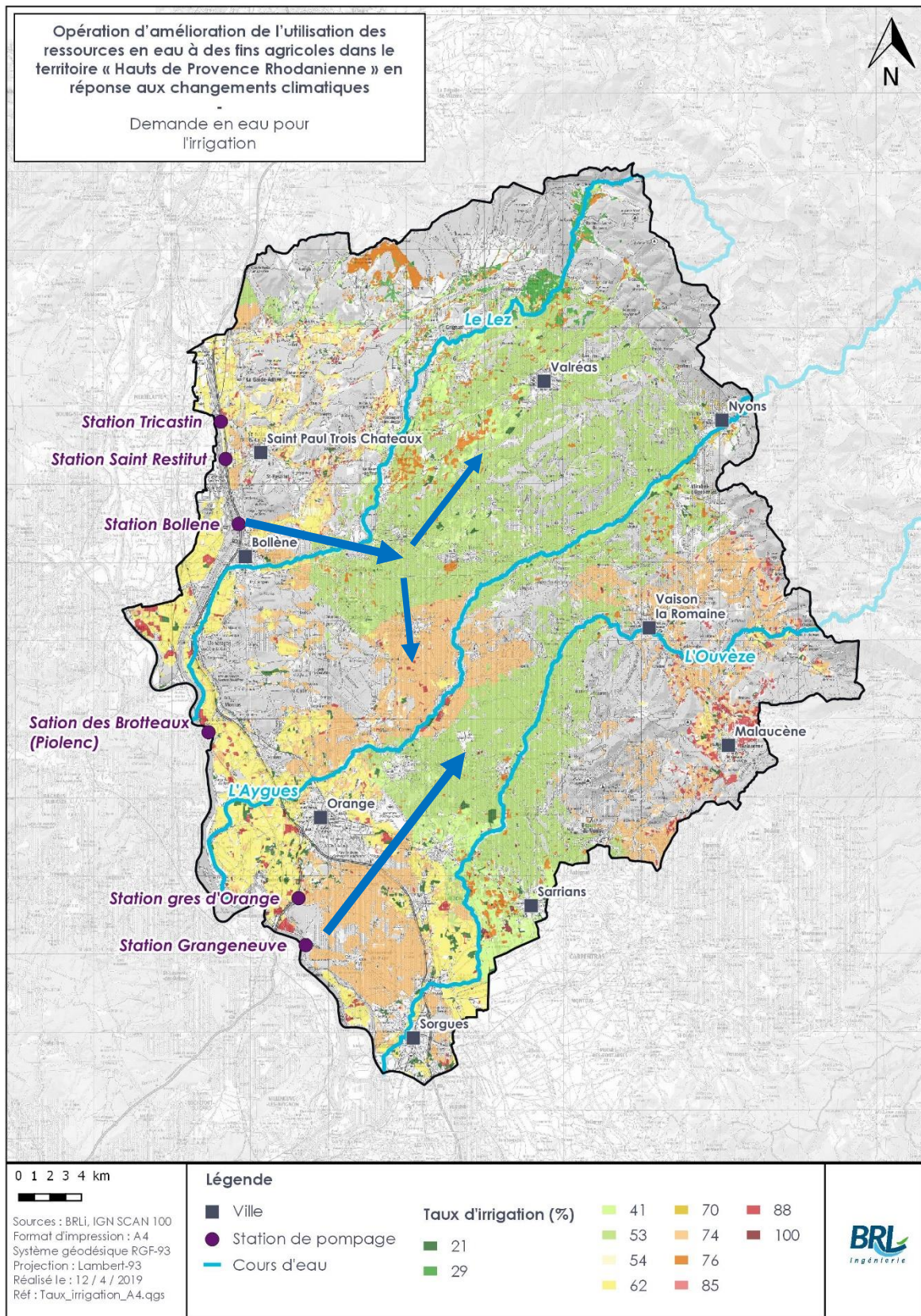
Le scénario « ressources locales » prévoit la mise en œuvre des actions d'économies d'eau identifiées dans les PGRE auxquelles s'ajoutent des actions complémentaires pour répondre à de nouveaux besoins (tout en respectant les objectifs de réduction des prélèvements). Certains projets alimentés à partir du Rhône ont été inclus dans ce scénario. Il s'agit de projets envisagés sur des réseaux existants déjà alimentés par le Rhône (modernisation de périmètres gravitaires ou éventuellement petites extensions ou densification des réseaux).

SCENARIO DE DESSERTE A PARTIR DU RHONE

Le développement de nouveaux réseaux alimentés par le Rhône est étudié avec ce scénario. Compte tenu du diagnostic réalisé en phase 1 (notamment les caractéristiques des prises existantes et localisation de la demande), la proposition retenue est celle du développement de deux antennes, l'une utilisant la prise de l'ASA des Grès de Bollène (sur la commune de Bollène), et l'autre celle de Grangeneuve (commune de Châteauneuf du Pape).



Figure 1-5 : Axes de desserte à partir du Rhône





Ces réseaux permettent l'alimentation de superficies actuellement irriguées à partir de ressources déficitaires ou de forages dans la nappe Miocène ainsi que de répondre à de nouveaux besoins, notamment sur les secteurs Lez moyen, Mer de vigne Aygues (au nord de l'Aygues) et Hauts de Valréas pour la branche Nord (Bollène), et Ouvèze aval, Mer de vigne Aygues (au sud de l'Aygues) et Piémont Dentelles pour la branche Sud (Grangeneuve)

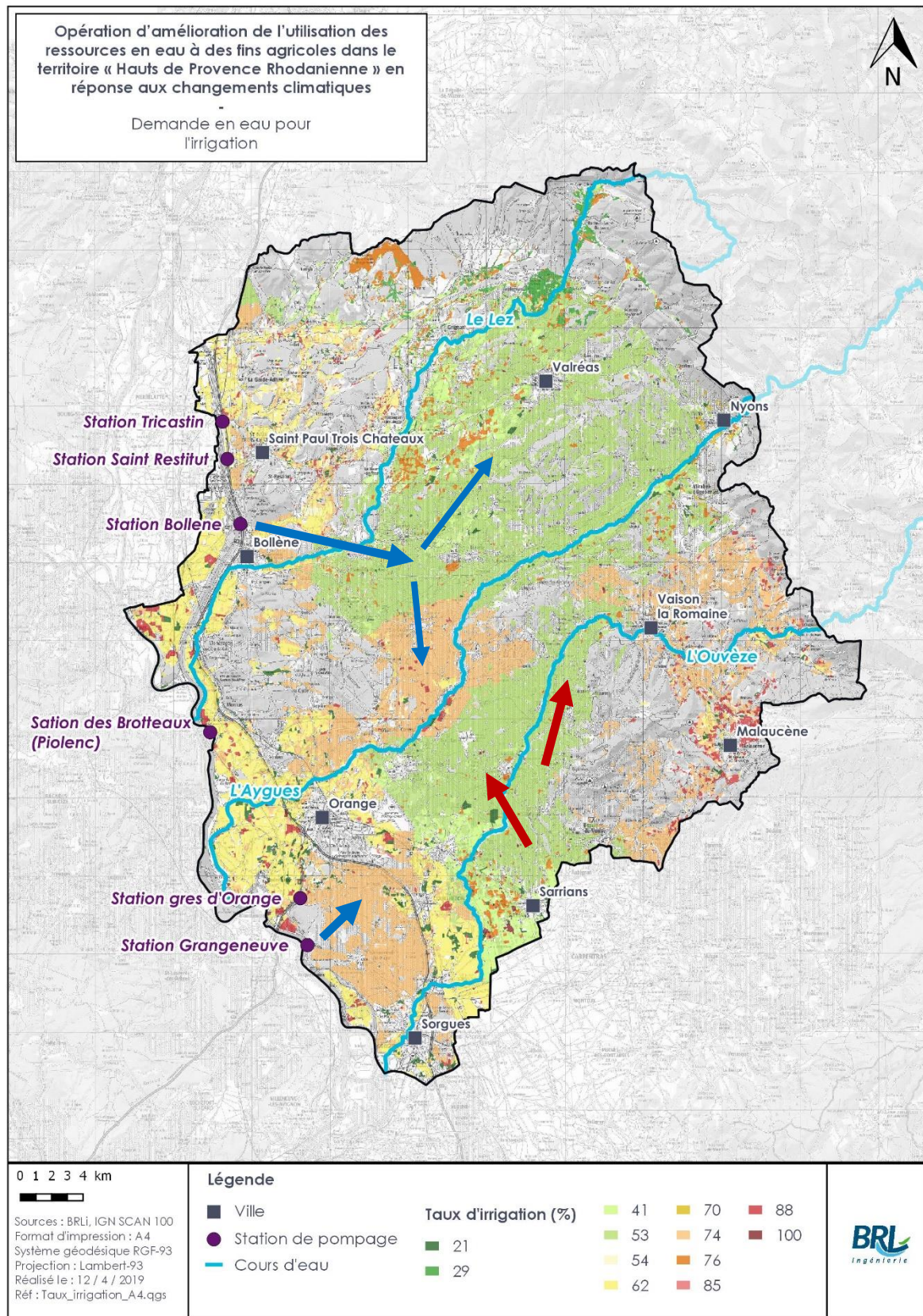
Plusieurs variantes ont été étudiées. Une première variante visant un développement des réseaux jusqu'à la côte 170 m NGF. Une seconde variante, plus ambitieuse permettant d'alimenter une demande pouvant aller jusqu'à des cotes de l'ordre de 310-320 m NGF et d'atteindre ainsi des secteurs où des demandes importantes ont été identifiées, à la fois pour l'agriculture et les besoins des collectivités (Nord du secteur Hauts de Valréas et Ouvèze amont notamment).

SCENARIO MIXTE RHONE-DURANCE

Dans ce scénario, l'antenne Nord alimentée à partir du Rhône reste inchangée. En revanche, l'antenne Sud n'est développée qu'à l'Ouest de l'autoroute A7. Les coûts potentiellement importants de franchissement de l'Autoroute et de la ligne grande vitesse sont ainsi évités. On développe en complément le réseau du canal de Carpentras, alimenté par la Durance, pour desservir les secteurs Ouvèze aval, Piémont Dentelles et Ouvèze amont.



Figure 1-6 : Axes de desserte à partir du Rhône et de la Durance



Ce scénario a été formulé en concertation avec l'ASA du canal de Carpentras afin d'identifier les capacités du réseau à répondre à ces nouvelles demandes.



1.2.3 Regard critique sur la définition des scénarios

Les scénarios d'aménagement ont été définis sur la base d'échanges avec les acteurs du territoire. **Si les grandes lignes des scénarios sont étayées par ces échanges, leur application concrète pour l'estimation des superficies irriguées, les coûts d'aménagement ou encore les coûts de fonctionnement, reste forcément subjective et donc critiquable :**

- Pourquoi privilégier une zone à une autre ?
- Pourquoi se limiter à des cotes arbitraires et ne pas aller desservir des secteurs plus éloignés et plus hauts ?
- Pourquoi privilégier ce tracé à un autre ?

Il convient de rappeler que cette étude se place à un niveau très amont. L'objectif est d'estimer des ordres de coût d'investissement et de fonctionnement pour permettre des prises de décision quant à la suite à donner au projet. Des études détaillées sont prévues ensuite pour sélectionner les parcelles à desservir et préciser les différents coûts. Ce schéma est donc la première étape du cycle de projet. La localisation de la demande n'est pas arrêtée, de nombreuses incertitudes existent et le dimensionnement des infrastructures sera donc amené à évoluer. Dans ces conditions, pour pouvoir estimer des ordres de coût, il est indispensable de prendre des hypothèses de dimensionnement : c'est un cadre qui est fixé. Les prochaines études auront vocation à faire évoluer le cadre à la marge et à en préciser le contenu. Les résultats du schéma doivent donc être pris pour ce qu'ils sont : des ordres de grandeur de coût du projet, des ratios de coût à l'hectare, une vision prospective d'un projet de territoire et en aucun cas un projet figé, arrêté et dont l'ensemble des éléments sont certains.

2 ANALYSE TECHNIQUE DES AMÉNAGEMENTS PROPOSÉS

2.1 PRINCIPALES HYPOTHESES

Les scénarios de desserte, articulant la mobilisation des différentes ressources en eau, sont basés sur les éléments suivants :

- Pour une alimentation par le Rhône et par la Durance
 - Un tracé d'adducteur principal défini précisément avec des prises permettant d'alimenter des secteurs. Les réseaux secondaires ne sont pas étudiés sur la base de tracés, du fait de l'absence d'informations précises sur la localisation des parcelles à irriguer et de l'approche très amont, mais sur la base d'une approche globale, d'un forfait issu de l'expérience BRL.
 - Demande en eau : des zones (ou secteurs) cohérentes ont été redéfinies sur la base de la cartographie fournie par la Chambre d'Agriculture du Vaucluse, de la topographie, des contraintes locales et d'un tracé potentiel d'adducteur à partir du Rhône. Pour chaque secteur une superficie a été associée selon la formule suivante :

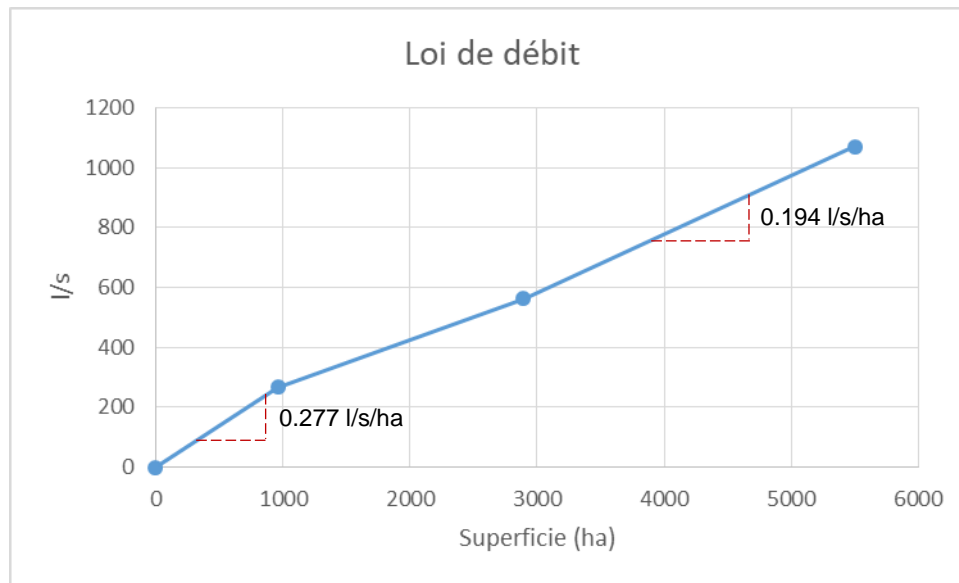
$$S \text{ (ha)} = S \text{ totale du secteur concernée par la demande en eau agricole (ha)} * \text{taux de recours moyen sur le secteur} * 0.7$$

0.7 dans la formule ci-dessus permet d'exclure les routes, chemins, haies, zones boisées, constructions, etc.



- Débit d'équipement : les simulations ont été faites avec trois débits d'équipement : 1 m³/h/ha (assolement vigne), 2 m³/h/ha et 4 m³/h/ha (se rapproche d'un assolement intégrant grandes cultures, arboriculture fruitière et maraîchage). Ces débits sont des débits nécessaires au dimensionnement et ne reflètent pas forcément les débits dont pourront disposer chaque agriculteur.
- Un coefficient de foisonnement de 0.7 a été adopté pour traduire le fait que les bénéficiaires d'un réseau n'irriguent pas tous en même temps. Concrètement, dans le cadre de la simulation, cela revient à affecter ce coefficient au débit d'équipement au-delà d'une certaine superficie. La loi de débit pour un dimensionnement à 1 m³/h/ha est présentée ci-dessous :

Figure 2-1 : Loi de débit pour la modélisation du scénario Rhône variante n°1 à 1 m³/h/ha



- Une pression disponible rapportée au point le plus haut du secteur à irriguer de 3 bars (irrigation goutte à goutte). Or la localisation des parcelles à irriguer n'est pas connue précisément. Nous avons donc identifié pour chaque secteur, le point le plus distant de la prise du secteur et son élévation, de même que le point le plus haut et sa distance à la prise. Des pertes de charge de 6 m/km ont été considérées dans les réseaux secondaires de manière à identifier la pression nécessaire au niveau de la prise pour permettre l'irrigation du point le plus défavorable du secteur.
- Au-delà de la cote 160-170 m, il a été considéré la mise en place de surpresseurs pour limiter l'importance de la station en tête. Concrètement la station en tête est alors dimensionnée pour amener l'eau jusqu'en tête de secteur et pas au-delà.
- Les coûts d'investissement pour l'adducteur ont été déterminés sur la base d'un bordereau des prix issu de marchés récents, d'imprévus sur le tracé de 10% et d'un ajout de 15% pour passer du coût travaux au coût d'investissement. Ces 15% intègrent les études complémentaires, autorisations administratives, honoraires de maîtrise d'œuvre, maîtrise d'ouvrage. Par expérience ces divers coûts sont compris entre 12% et 20%.



Tableau 2-1 : Bordereau des caractéristiques et prix des conduites

DN	Matériau	V min	Vmax	L*	M*	N*	Coût (€/ml)
74	PE	0.40	1.50	1.21	1.89	5.01	43
90	PE	0.50	1.50	1.21	1.89	5.01	55
102	PE	0.50	1.50	1.21	1.89	5.01	62
131	PE	0.50	1.50	1.21	1.89	5.01	88
184	PE	0.50	1.50	1.21	1.89	5.01	160
250	PE	0.50	1.50	1.21	1.89	5.01	166
300	Fonte	0.50	2.00	1.54	1.96	5.19	215
350	Fonte	0.50	2.00	1.54	1.96	5.19	280
400	Fonte	0.50	2.00	1.54	1.96	5.19	330
450	Fonte	0.50	2.00	1.54	1.96	5.19	363
500	Fonte	0.50	2.00	1.54	1.96	5.19	480
600	Fonte	0.50	2.00	1.54	1.96	5.19	550
700	Fonte	0.50	2.00	1.54	1.96	5.19	680
800	Fonte	0.50	2.00	1.54	1.96	5.19	800
900	Fonte	0.50	2.00	1.54	1.96	5.19	900
1000	Fonte	0.50	2.00	1.54	1.96	5.19	1000
1100	Fonte	0.50	2.00	1.54	1.96	5.19	1100
1200	Fonte	0.50	2.00	1.54	1.96	5.19	1200
1300	Fonte	0.50	2.00	1.54	1.96	5.19	1300

Source : BRLi

* L, M et N sont des coefficients dépendants de la rugosité dans la formule de Lechapt et Calmon

- Les coûts d'investissement pour les réseaux secondaires ont été déterminés sur la base d'un forfait à l'hectare de 6 500 €/ha ou 9 000 €/ha pour les secteurs les plus élevés, de manière à intégrer les coûts de surpresseurs éventuels. L'expérience du développement de l'irrigation en Languedoc Roussillon a montré que les coûts sont généralement compris entre 6 000 et 10 000 €/ha en fonction des spécificités locales (densité de la demande, distance à la ressource en eau, contraintes particulières...). Ce coût d'investissement correspond à des réseaux dimensionnés à 1 m³/h/ha. Pour des réseaux dimensionnés à 2 m³/h/ha nous avons retenu 9 740 €/ha et 13 500 €/ha pour des réseaux à 4 m³/h/ha. Cette différence de coût a été déterminée sur la base d'études de dimensionnement.
- Pour une alimentation par une ressource en eau locale
 - Des coûts de création de forage de l'ordre de 36 000 €/ouvrage, décomposés de la manière suivante :

Tableau 2-2 : Coûts de création de forage

Rubrique	Coût (€)
Etude hydrogéologique	5 000
Campagne de prospection géophysique	2 000
Sondage de reconnaissance	1 000
Ouvrage	7 000
Essai de pompage	4 500
Déplacement matériel	1 500
Sous-Total	21 000



Rubrique	Coût (€)
Équipement du forage	15 000
TOTAL	36 000

Source : BRLi

Pour information, une revue des prix de forages récents a été faite par la Chambre d'Agriculture du Vaucluse. Hors équipement du forage, le prix s'élève en moyenne à 4 000 €/ouvrage ou 86€ par ml. Ce montant nous semble toutefois faible. Ce qu'il recouvre peut être questionné. Travaillant au stade schéma, il nous semble préférable de retenir un coût d'investissement éventuellement surestimé. C'est pourquoi le montant de 36 000€ par ouvrage a été utilisé.

- Des coûts de création de retenue collinaire pour permettre le stockage de la ressource en eau lorsqu'elle est disponible de l'ordre de 8 €/m³. Nous avons considéré un besoin moyen de 2000 m³/ha à irriguer et avons affecté au projet local d'alimentation par une retenue collinaire un coût d'investissement basé sur ce volume à stocker.

Tableau 2-3 : Coûts de retenue collinaire

Capacité (m ³)	€/m ³ sans géotextile	€/m ³ avec géotextile
< ou = 50 000	8	14
>100 000	5.5	

Source : BRLi, Chambre d'agriculture du Vaucluse

A ce coût il convient de rajouter un coût d'achat de foncier. Ce coût n'a pas été pris en compte dans les simulations.

- Des coûts de création de réseaux sous pression de l'ordre de 7 500 €/ha sauf contexte particulier (par exemple grande distance à la ressource en eau ou périmètre très étalé). Ce coût est supérieur au coût retenu pour les secteurs du projet Rhône en raison de la nature même des projets. Dans le cas des solutions locales, le développement de réseaux sous pression correspond souvent à la reconversion de réseaux gravitaires. Cette modernisation nécessite d'accorder une plus grande importance au parcellaire actuellement irrigué par le réseau gravitaire. Cela signifie que la demande peut être plus dispersée que dans le cas de la desserte d'une nouvelle zone à partir du Rhône où le processus de concertation peut amener à définir une demande plus dense.
- Les coûts du matériel d'irrigation (de 1 500 à 3 000 €/ha) à la parcelle n'ont pas été pris en compte, quel que soit le scénario considéré.

Cette approche par forfaits et ordres de grandeur peut potentiellement heurter dans la mesure où la marge d'erreur peut être non négligeable. Néanmoins elle permet d'approcher un coût d'investissement global tout en tenant compte des fortes incertitudes sur la demande en eau, aussi bien en termes de localisation qu'en termes de superficie. L'expérience du projet d'adduction Aqua Domitia et des réseaux de distribution associés, et plus généralement des études de développement de réseaux d'irrigation, ont mis en évidence la forte évolution de la demande en eau au fur et à mesure de l'avancée d'un projet. Cette évolution ne se fait d'ailleurs pas forcément à la hausse. En effet, les potentiels bénéficiaires ne sont pas toujours pleinement conscients des coûts d'investissement et de fonctionnement relatifs à un périmètre irrigué. Cela peut se traduire alors par un désengagement de leur part au moment de souscrire au projet. (remarque à nuancer dans le cas où un engagement financier est demandé aux futurs utilisateurs en amont du projet)

Ce seront les études de faisabilité et d'avant-projet qui permettront de préciser les tracés de réseaux, le nombre et la localisation de forages et retenues collinaires ou encore les superficies irrigables.

Concernant les coûts de fonctionnement nous avons retenu à ce stade deux types de charges :

- Des frais annuels d'entretien et de maintenance : 3% du coût des stations de pompage et 0.5% du coût des réseaux.



- Des frais d'énergie : sur la base des volumes pompés (nous avons considéré selon les simulations 1000, 2000 ou 3000 m³/ha), d'une efficacité réseau de 90% (ce qui est optimiste) et d'un coût d'énergie de 0.085 €/kWh.

A noter que les frais d'énergie ne sont pas pris en compte dans le cas de l'installation de surpresseurs au niveau des branches de desserte. Il est en effet difficile, du fait des incertitudes sur la localisation de la demande, d'estimer ces charges.



2.2 DESCRIPTION DES SCENARIOS DE DESSERTE

2.2.1 Valorisation des ressources en eau locales

2.2.1.1 Principes généraux

Les propositions pour chaque secteur visent à respecter les principes généraux suivants :

- sécuriser les activités agricoles dans un contexte de changement climatique et de vieillissement des réseaux gravitaires ;
- respecter les objectifs d'équilibre des masses d'eau ;
- privilégier, lorsque c'est possible, des ressources en eau pérennes et opérer si nécessaire des substitutions de ressource ;
- mettre en place des mesures d'économie d'eau ;
- promouvoir le caractère multi-usages des réseaux de manière à pouvoir les valoriser le plus efficacement possible et répondre aux attentes des usages non agricoles sur le territoire dans un contexte de changement climatique.

Il convient de rappeler que les projets considérés ont été identifiés sur la base des entretiens avec les gestionnaires de structures collectives ou sur la base des documents stratégiques à disposition dans la zone de projet (PGRE, schémas directeurs, etc.). Les grandes lignes des projets individuels considérés ont été esquissées et en aucun cas détaillées. Des études complémentaires devront être engagées pour préciser les caractéristiques de chacun des projets locaux. A ce stade d'étude, ce scénario n'est donc pas optimisé. Par la suite, d'autres projets locaux sont susceptibles d'émerger.

2.2.1.2 Propositions par secteur

Pour plusieurs secteurs, des projets ont été retenus. Ceux-ci sont déclinés ci-dessous :

PIEMONT DE LA LANCE - HAUTS DE VALREAS

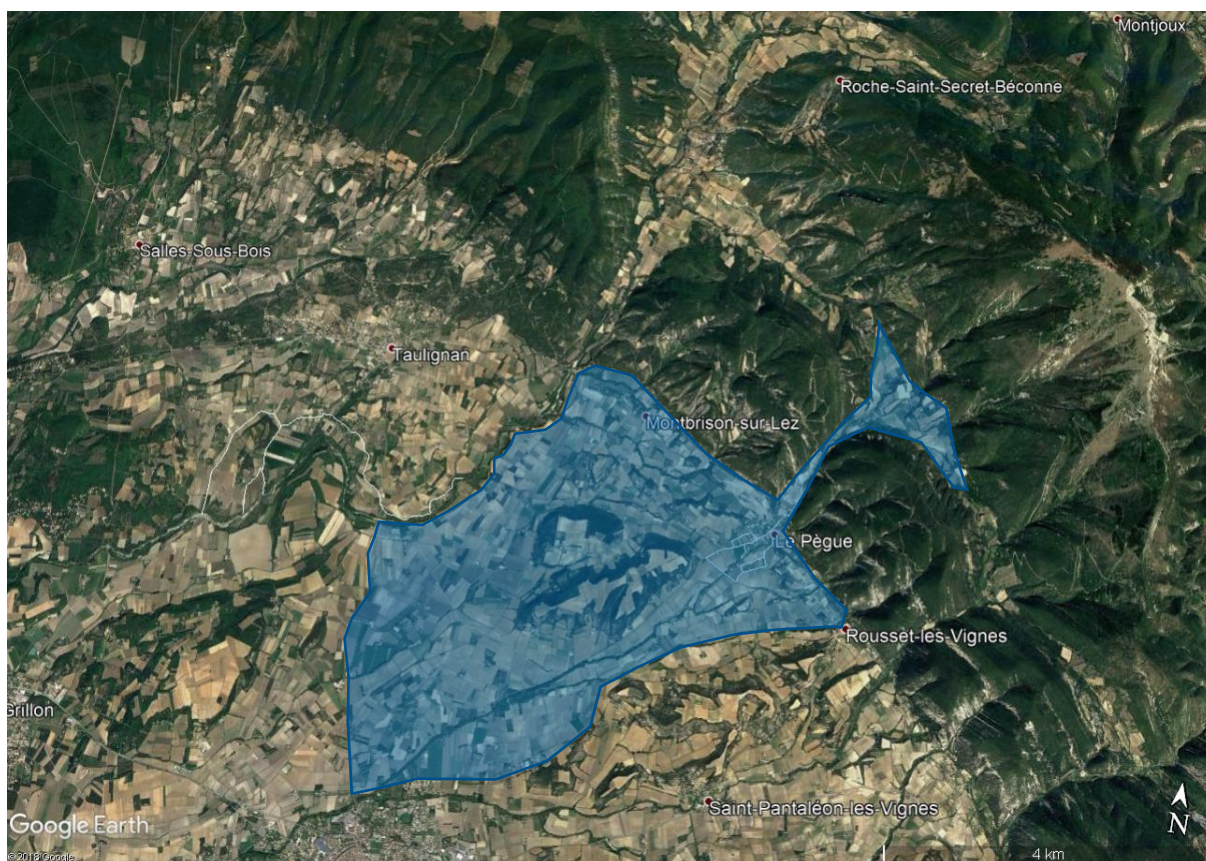
Ces deux secteurs présentent une demande en eau significative. De nouveaux prélèvements sur le Lez étant exclus, et les réseaux sécurisés étant éloignés, seul le projet suivant a été considéré :

- Création de retenues collinaires permettant un stockage de 2000 m³/ha et création de réseaux de desserte sous pression pour 790 ha.

Le coût d'investissement associé à ce projet a été estimé à environ 19.35 millions d'euros.



Figure 2-2 : Projet local sur les Hauts de Valréas – Piémont de la Lance



Cette visualisation est purement illustrative et ne prétend en aucun cas refléter les délimitations exactes du projet à terme.

LEZ MOYEN

Sur le secteur Lez Moyen, cinq projets ont été retenus dans le scénario solutions locales.

Au vu des caractéristiques de l'agriculture et de la nécessité de réduire les prélèvements sur le Lez, il est proposé de prendre en compte :

- La fermeture de la prise sur le Lez de l'ASL du canal de Parol et dissolution de l'ASA : cela représente une perte de 30 ha de surfaces irriguées.
- La fermeture de la prise sur le Lez de l'ASA du canal des Gravennes et dissolution de l'ASA : cela représente une perte de 14 ha de surfaces irriguées.
- La fermeture de la prise sur le Lez de l'ASA de Resse Colombier et dissolution de l'ASA. Il n'y a pas de pertes de superficies irriguées dans la mesure où cette ASA n'est plus active.

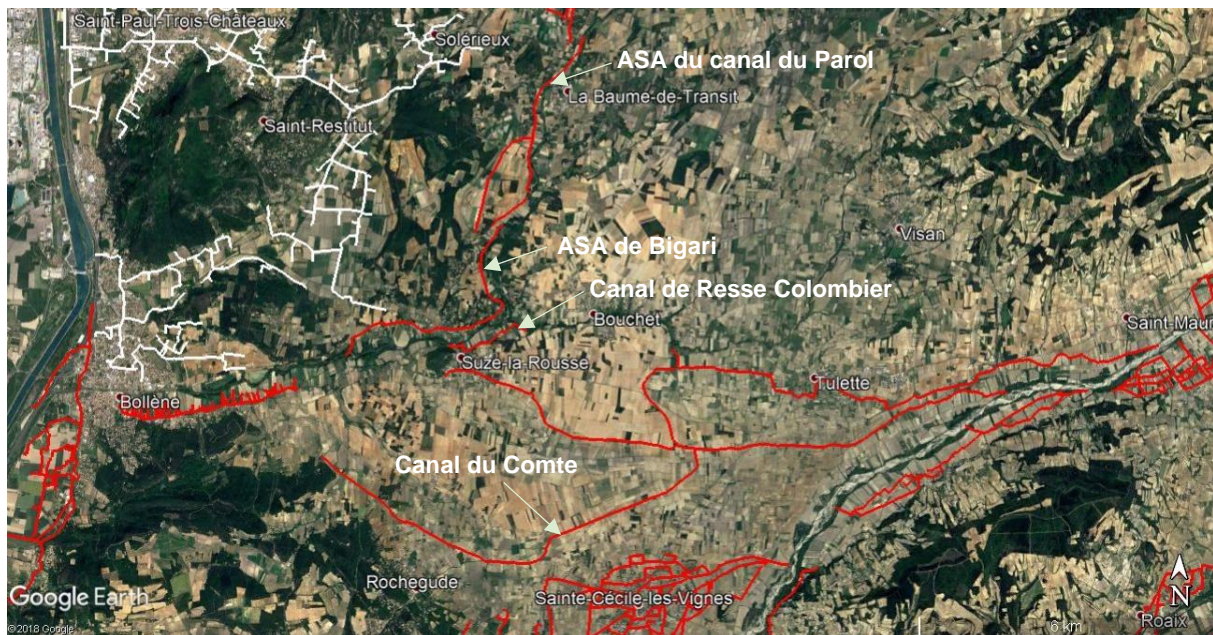
Les économies d'eau liées à ces suppressions sont estimées à 766 000 m³ pour la période d'étiage.



L'ASA de Bigari prélève actuellement dans le Lez et rencontre de nombreuses difficultés du fait du vieillissement des réseaux gravitaires et de l'inadéquation de ce réseau avec les besoins des agriculteurs dans la zone. La présidence de l'ASA a engagé des discussions avec les réseaux collectifs voisins alimentés par le Rhône de manière à étudier la possibilité d'une extension vers le territoire de l'ASA de Bigari, quitte à dissoudre l'ASA à terme. Le Syndicat d'Irrigation Drômois, au travers de son réseau de Saint Restitut, tout comme l'ASA des Grès à Bollène n'ont pour le moment pas donné de suites favorables. Il a néanmoins été retenu dans le scénario solutions locales une extension à partir d'un des deux réseaux pour une superficie de 40 ha environ. A défaut ou en complément, si les réseaux voisins étaient limités en capacité, un ou des forages en ZRE pourraient être envisagés. Sur la base de coûts d'ordre, le montant d'investissement requis serait de l'ordre de 300 000 €. L'économie d'eau sur le Lez engendrée par ce raccordement à un réseau sécurisé et la fermeture de la prise gravitaire serait de l'ordre de 680 000m³.

L'ASA du canal du Comte rencontre des problématiques similaires. Un raccordement à un réseau sécurisé est néanmoins difficilement envisageable du fait des distances. C'est pourquoi il est envisagé d'effectuer une substitution du prélèvement dans l'Aygues pour un ou plusieurs forages dans la nappe de l'Aygues ou le Miocène « non protégé » et de développer un réseau sous pression pour 60 ha. L'économie d'eau associée serait de l'ordre de 810 000 m³ et le coût d'investissement de 522 000 €.

Figure 2-3 : ASA concernées par les projets locaux dans le secteur Lez Moyen



AYGUES AMONT

Sur le secteur Aygues amont, il est prévu la fermeture du canal de l'AFR de Vinsobres et la mise en place de forages individuels en substitution pour une dizaine d'hectares. Les économies d'eau sur l'Aygues ont été estimées à 1 660 000 m³. Le coût d'investissement serait de 180 000 €.

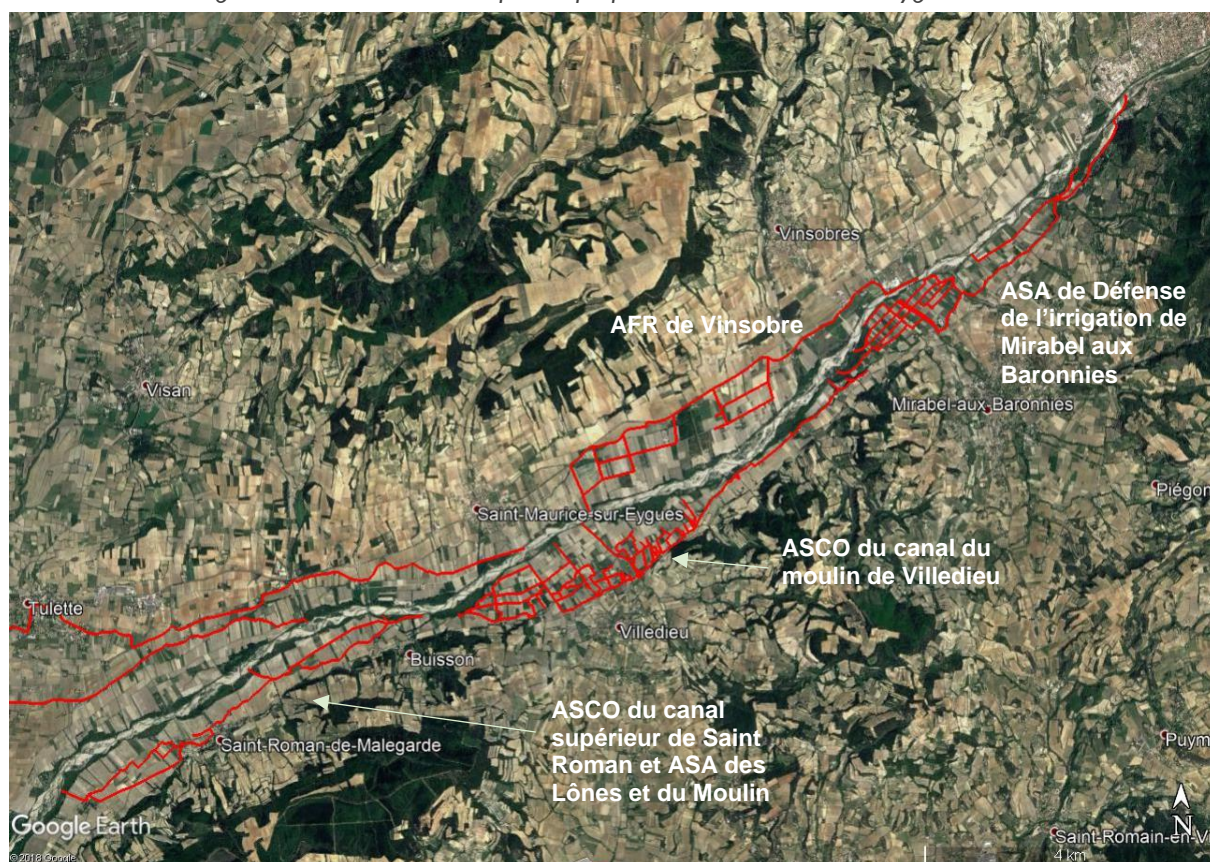


En rive gauche de l'Aygues, les ASA de défense de l'irrigation de Mirabel aux Baronniees et du canal du Moulin de Villedieu sont confrontées régulièrement à la réduction des débits prélevables. Les réseaux gravitaires ne sont alors plus en mesure de desservir la totalité de leurs territoires respectifs. L'éloignement de ressources en eau sécurisées et l'absence, en première approche, de sites pour la création de retenues collinaires limitent les possibilités de solutions locales. Il est envisagé à ce stade un passage en réseau sous pression pour l'ASA de défense de l'irrigation de Mirabel aux Baronniees de manière à améliorer les efficacités et desservir environ 140 ha (dont 30 irrigués actuellement). Le coût d'investissement associé serait de 828 000 €. Les économies d'eau liées à l'amélioration de l'efficacité seraient de l'ordre de 1 500 000 m³. Il convient néanmoins de souligner que les gestionnaires de l'ASA de défense de l'irrigation de Mirabel aux Baronniees sont peu enclins à mettre en œuvre cette solution dans la mesure où la desserte du territoire reste dépendante d'une ressource en eau non sécurisée. Certes, les débits d'entrée à mobiliser seraient plus faibles mais il n'est pas exclu que certaines années les prélèvements soient interdits.

Pour l'ASCO du canal du Moulin de Villedieu, juste en aval, il est proposé la fermeture de la prise et la construction d'un réseau sous pression pour desservir une quarantaine d'hectares à partir de forages et éventuellement d'un bassin de stockage. La superficie irriguée serait donc réduite (elle est de 89 ha actuellement) et les économies d'eau associées de l'ordre de 533 000 m³. Le coût d'investissement serait de 372 000 €.

Pour l'ASCO du canal supérieur de Saint Roman et l'ASA des Lômes et du Moulin, la solution envisagée est similaire avec un passage sous pression de 40 ha dont 3 ha irrigués gravitairement actuellement. Les économies d'eau sont estimées à 542 000 m³ et le coût d'investissement à 300 000 €.

Figure 2-4 : ASA concernées par les projets locaux dans le secteur Aygues amont



OUVEZE AMONT

Le secteur Ouvèze amont est caractérisé par un relief permettant d'envisager en première approche la création de retenues collinaires.



Il est ainsi prévu pour l'ASA d'irrigation de Mollans sur Ouvèze, un développement de retenues collinaires pour une sécurisation et une augmentation des superficies irriguées pour atteindre 200 ha. Les estimations d'économie d'eau sont de l'ordre de 890 000 m³ et le coût associé de l'ordre de 2 756 000 €.

En sus, pour le secteur de Toulourenc, il est prévu la substitution de la prise d'eau par un forage en nappe d'accompagnement et la mise sous pression du réseau. Les économies d'eau à l'étiage seraient de 180 000 m³ et le coût d'investissement de 261 000 €.

L'ASA Ouvèze Ventoux est l'une des structures les plus importantes du territoire des HPR. Son réseau, largement sous pression, permet la desserte de plus de 600 ha. Plusieurs actions sont envisagées autour de cette ASA :

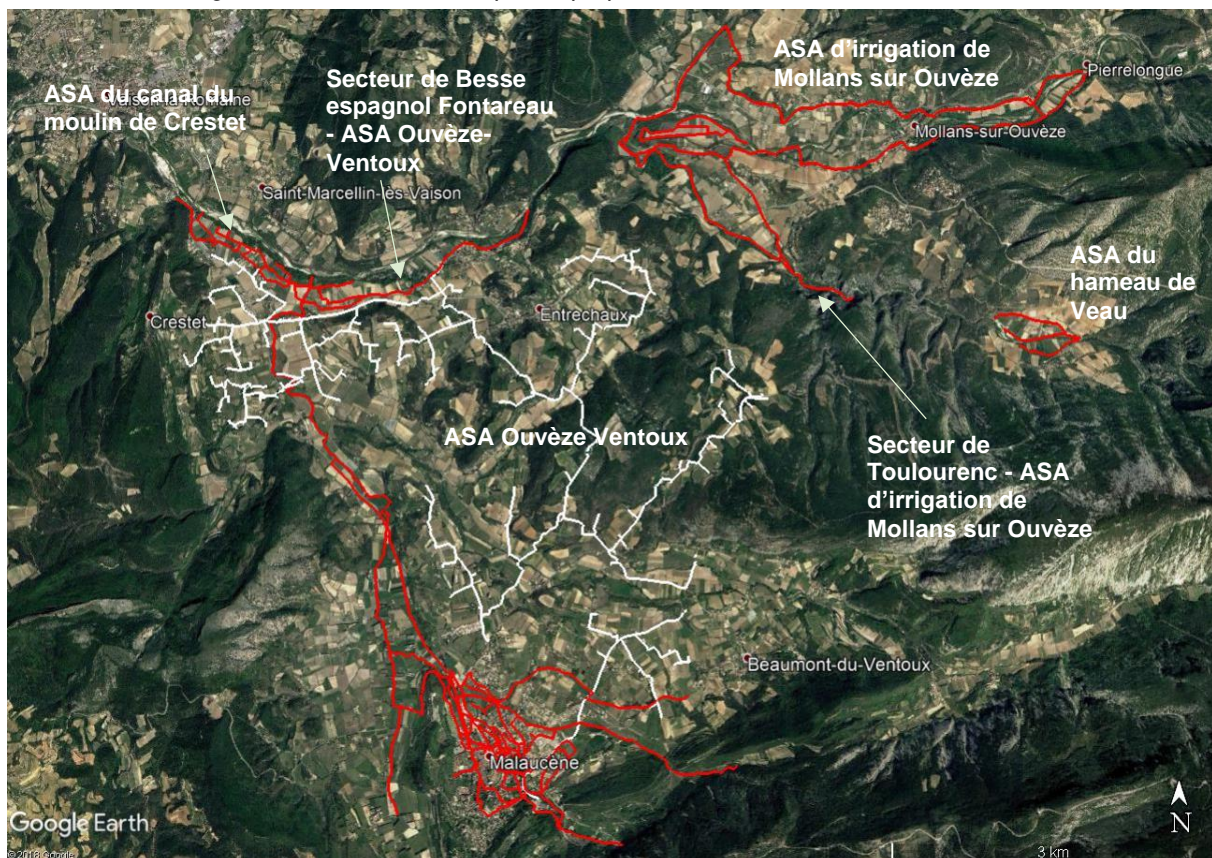
- Une extension des capacités de stockage et la mise en place d'une station de pompage au droit de la prise d'eau estimée à 2 950 000 €
- Un passage sous pression du secteur Besse Espagnol Fontareau (30 ha) estimé à 500 000€.

Cet arrêt total du gravitaire sur le territoire de l'ASA génèrerait environ 1 100 000 m³ d'économies d'eau.

- Une extension du réseau de l'ASA Ouvèze Ventoux vers l'ASA du canal du Moulin de Crestet de manière à irriguer 25 ha au total (12 ha irrigués gravitairement actuellement)

Enfin, sur ce secteur il est prévu la fermeture et dissolution de l'ASA du hameau de Veau ; un seul ha est irrigué et le prélèvement est de 180 000 m³.

Figure 2-5 : ASA concernées par les projets locaux dans le secteur Ouvèze amont



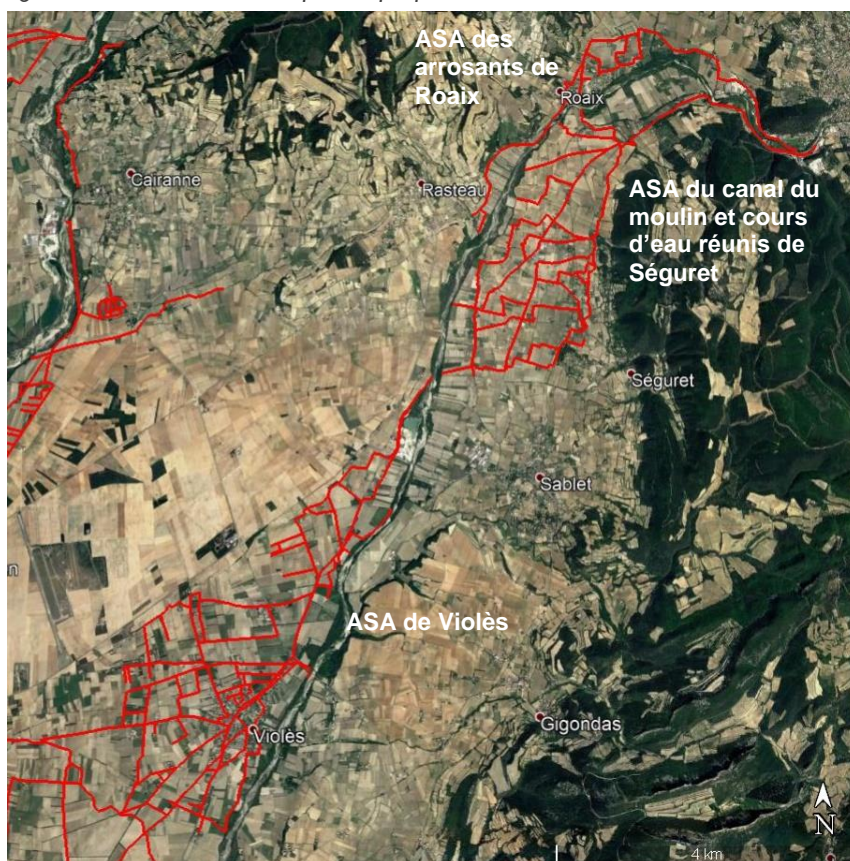
PIEMONT DENTELLES

Dans le secteur Piémont Dentelles, il est prévu dans le cadre du scénario solutions locales :



- la modernisation du réseau de l'ASA des Arrosants de Roaix. Le réseau gravitaire de cette ASA dessert théoriquement 115 ha. Dans la pratique, seuls 30 ha sont réellement irrigués du fait des contraintes d'exploitation du réseau. La modernisation (passage sous pression) portera sur 80 ha. Elle est estimée à 600 000 € et générera des économies d'eau à hauteur de 1 730 000 m³.
- la fermeture de l'ASA du canal du moulin et cours d'eau réunis de Séguret. Des volumes importants sont prélevés pour irriguer des superficies très limitées. Il est proposé de fermer le canal et de créer des forages individuels permettant l'irrigation d'une trentaine d'hectares par un réseau de conduites. Le coût estimé est de 180 000€ et l'économie d'eau associée est des 1 520 000 m³.
- La substitution du prélèvement en rivière par un prélèvement dans la nappe de l'Ouvèze pour l'ASA d'arrosage de Violès Sablet et la mise sous pression du réseau pour desservir 120 ha. Le coût d'investissement est estimé à 225 000€ et l'économie d'eau à 2 850 000 m³.
- La reconversion de 2 secteurs gravitaires de l'ASA du canal de Carpentras :
 - secteur de Monteux : 600 ha, 1 700 000 m³ d'économies d'eau, coût d'investissement estimé à 7 200 000 €.
 - secteur de Sarrians : 1000 ha, 1 000 000 m³ d'économies d'eau, coût d'investissement estimé à 12 000 000 €.

Figure 2-6 : ASA concernées par les projets locaux dans le secteur Piémont Dentelles



MER DE VIGNE – AYGUES

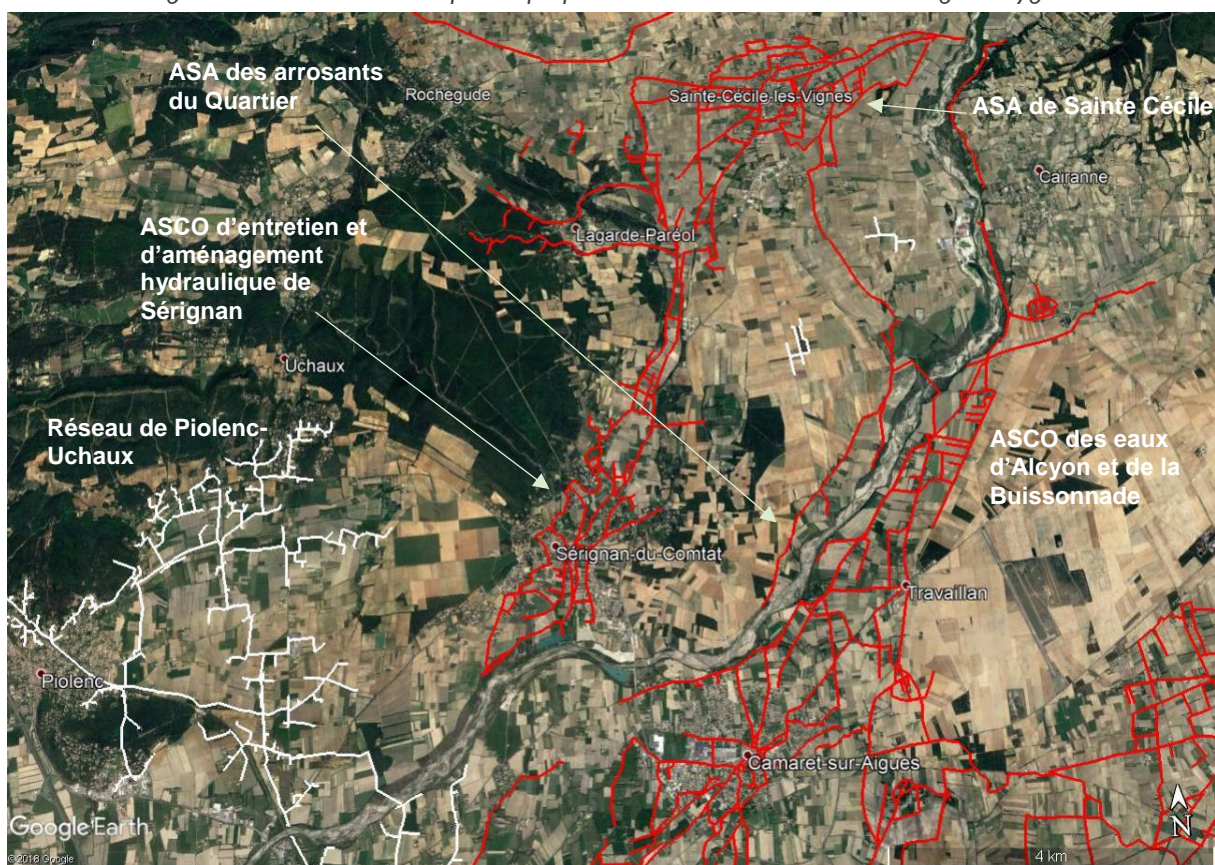
Dans ce secteur l'ASA de Sainte Cécile a déjà engagé un travail de diversification de ses moyens de prélèvement en implantant des forages. Il est proposé de substituer complètement le prélèvement dans l'Aygues par un prélèvement dans la ressource en eau souterraine et de reconverter le réseau gravitaire en un réseau de conduites sous pression pour 100 ha (90 ha irrigués actuellement). Le coût d'investissement est estimé à 822 000€ et l'économie d'eau sur l'Aygues serait de 1 600 000 m³.



L'ASCO d'entretien et d'aménagement hydraulique de Sérignan, directement à l'aval du réseau de l'ASA de Sainte Cécile serait impactée par ce projet. Il est prévu une extension du réseau de Piolenc Uchaux (ASA du Canal de Carpentras) pour équiper les superficies qui ne pourraient plus être alimentées par le réseau gravitaire (50 ha) et des superficies en demande entre les territoires des deux ASA (140 ha). Le coût d'investissement de cette extension est estimé à 2 035 000 €. Ce projet générerait une augmentation des prélèvements sur le Rhône estimée à 430 000 m³.

Dans le même secteur, il est prévu la fermeture de l'ASCO des eaux d'Alcyon et de la Buissonnade en rive gauche de l'Aygues. Le réseau de ces ASA est alimenté par la source d'Alcyon située en rive droite. Un siphon permet la traversée de l'Aygues. Il est proposé de capter les eaux de cette source, de créer un bassin de stockage et d'alimenter un réseau sous pression pour l'irrigation de 300 ha en rive droite. L'ASA des arrosants du Quartier pourrait bénéficier de ce réseau du fait de sa proximité. Le coût d'investissement est estimé à 2 550 000 € et les économies d'eau générées à 876 000 m³.

Figure 2-7 : ASA concernées par les projets locaux dans le secteur Mer de Vigne - Aygues



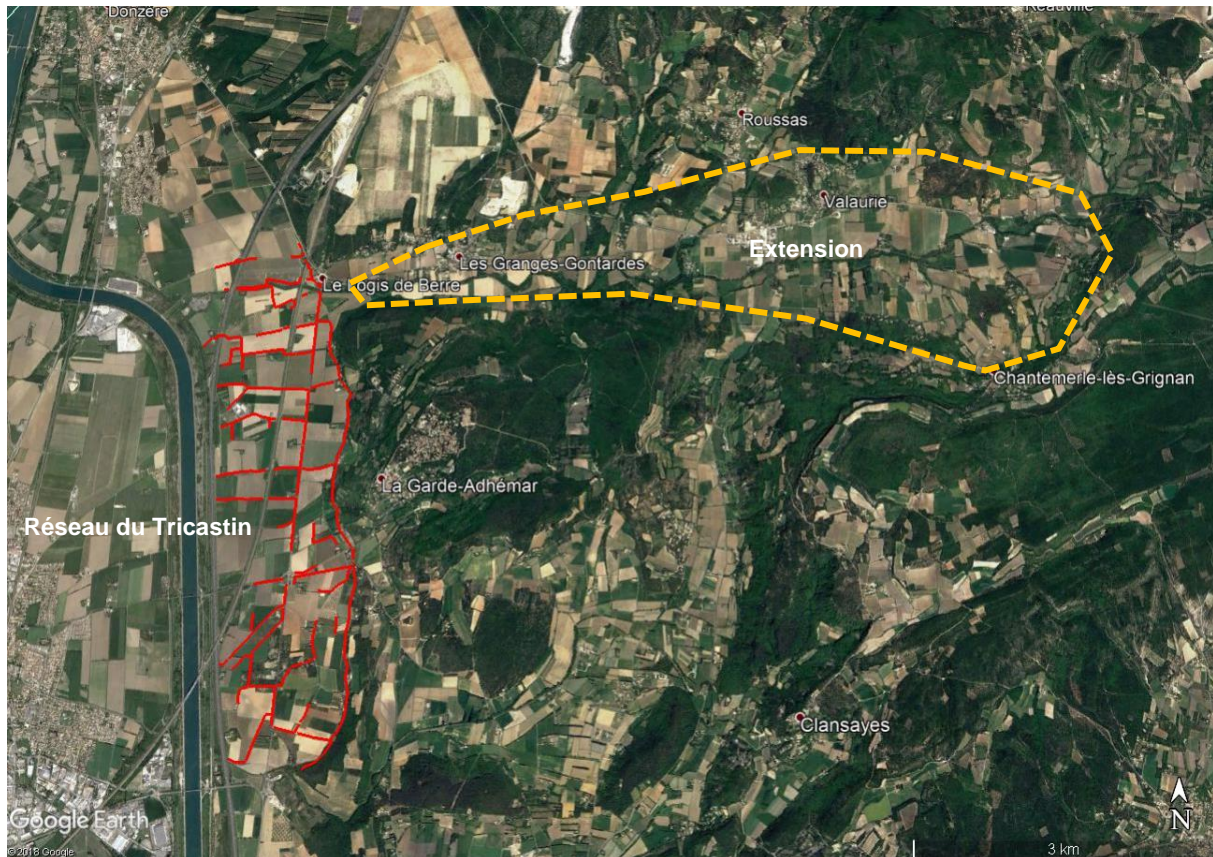
BASSIN DE SAINT PAUL TROIS CHATEAUX

Dans le secteur Bassin de Saint Paul Trois Châteaux, il est prévu la mise sous pression du réseau du Tricastin permettant de desservir ainsi 150 ha et de générer des économies d'eau. Le coût d'investissement a été estimé à 6 000 000 € par le Syndicat Intercommunal d'Irrigation du Tricastin.

Le réseau sous pression pourrait être étendu la Vallée de la Berre et desservir près de 330 nouveaux hectares qui ont été inventoriés lors de la campagne de recensement de la demande menée par la Chambre d'Agriculture du Vaucluse. Cette extension générerait une demande en eau supplémentaire de l'ordre de 650 000 m³ sur le Rhône. Le coût d'investissement associé est de 2 444 000 €.



Figure 2-8 : Projets locaux du secteur Bassin Saint Paul Trois Châteaux

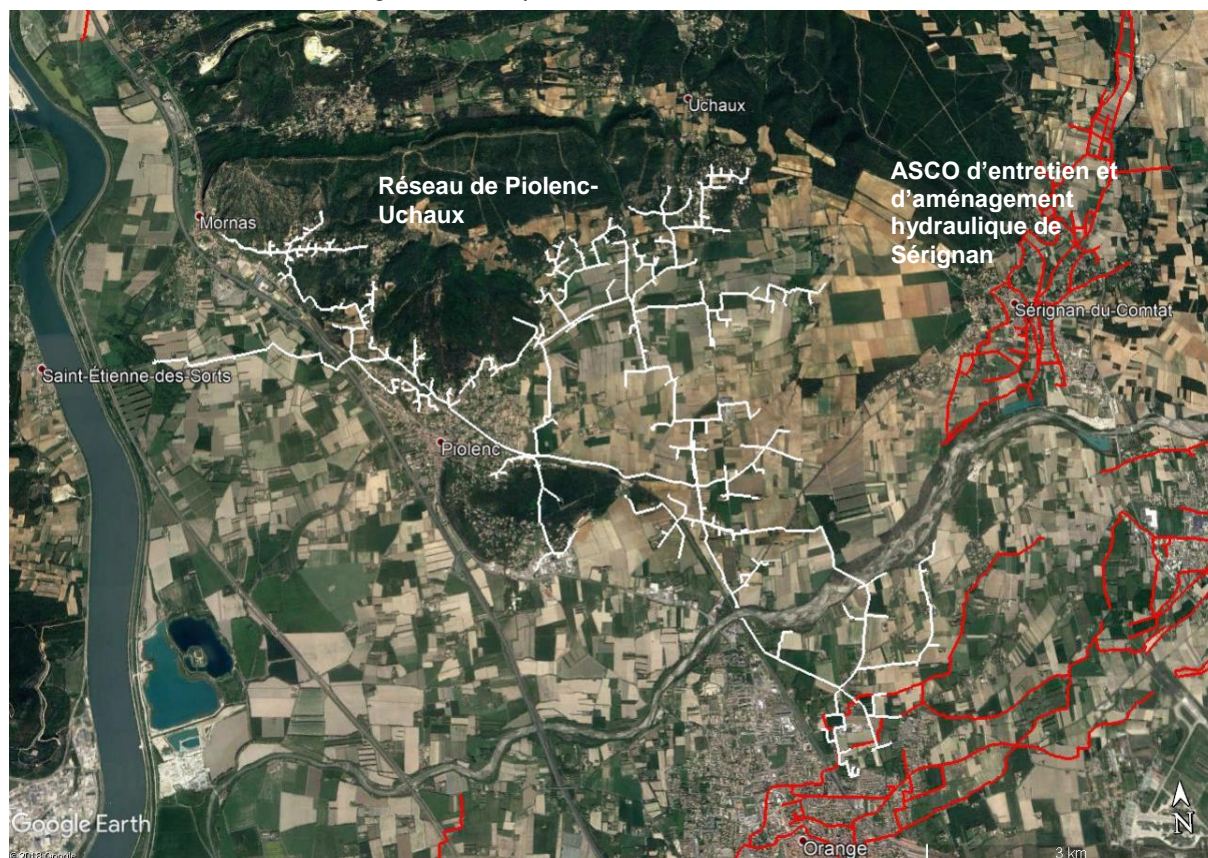


PLAINE DE PIOLENC

Dans le secteur Plaine de Piolenc, il est prévu une extension du réseau de l'ASA du canal de Carpentras jusqu'à Sérignan. Cette action est décrite plus haut.



Figure 2-9 : Projets locaux de la Plaine de Piolenc



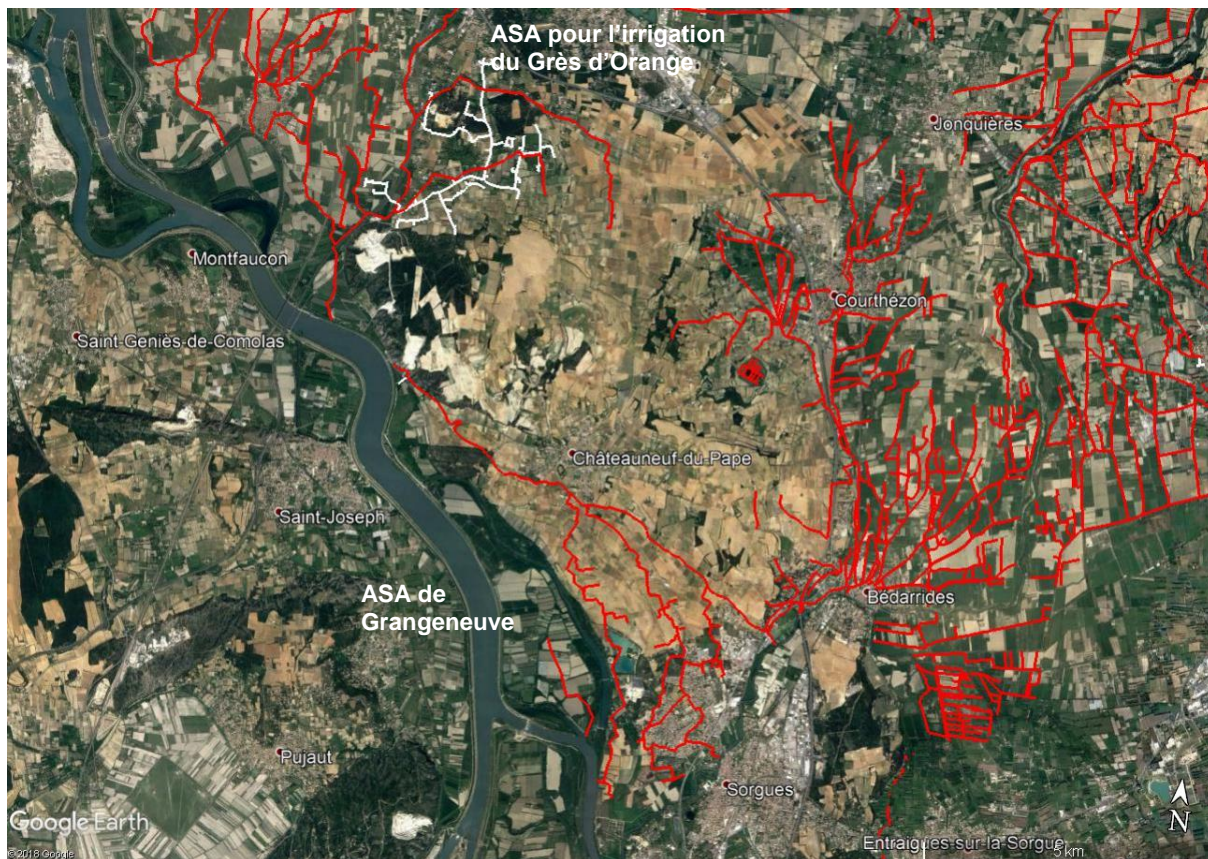
OUVEZE AVAL

Le secteur Ouvèze aval est concerné par deux projets :

- La modernisation du réseau de l'Asa de Grangeneuve. Elle permettra d'irriguer 605 ha contre 260 actuellement tout en générant des économies d'eau à hauteur de 1 570 000 m³. Les coûts d'investissement sont estimés à 7 350 000 €.
- La liaison de l'ASA de Grangeneuve à l'ASA pour l'irrigation du Grès d'Orange. Cette liaison permettra de générer 200 000 m³ d'économies sur la Meyne. Le coût d'investissement est estimé à 850 000 €.



Figure 2-10 : ASA concernées par les projets locaux du secteur Ouvèze Aval



Le tableau ci-dessous récapitule les différents projets, les économies d'eau associées ainsi que les coûts d'investissement estimés.



Tableau 2-4 : Bilan des projets du scénario solutions locales

Secteur	Structure	Projet	Ressource	Economie d'eau sur ressources locales (m ³)	Nouveaux prélèvements (m ³)	Delta superficies par rapport à situation actuelle (ha)	Coût d'investissement (€)
Haut de Valréas		Mise en place de retenues collinaires et développement de réseaux sous pression				790	19 355 000
Lez Moyen	ASL du canal du Parol	Fermeture de la prise et dissolution de l'ASA	Lez	766 000		-30	
	ASA du canal des Gravennes	Fermeture de la prise et dissolution de l'ASA				-14	
	ASA de Resse Colombier	Fermeture de la prise et dissolution de l'ASA				0	
	ASA de Bigari	Modernisation de 40 ha (périmètre irrigable de l'ASA de Bigari =56ha) par extension d'un réseau existant (Grès de Bollene ou St Restitut ou forages en ZRE)	Lez	680 000	80 000	25	300 000
	ASA du canal du Comte	Substitution du prélèvement en rivière par un ou des forages (nappe de l'Aygues ou Miocène non protégé) et modernisation des 60 ha déjà irrigués actuellement	Aygues	810 000			522 000
Aygues amont	AFR de Vinsobre	Fermeture du canal et mise en place de forages individuels en substitution	Aygues	1 660 000			180 000
	ASA de défense de l'irrigation de Mirabel aux Baronnie	Modernisation de 140 ha (passage sous pression), dont 30 étaient irrigués actuellement	Aygues	1 500 000		110	828000



Secteur	Structure	Projet	Ressource	Economie d'eau sur ressources locales (m ³)	Nouveaux prélèvements (m ³)	Delta superficies par rapport à situation actuelle (ha)	Coût d'investissement (€)
	ASCO du canal du moulin de Villedieu	Fermeture de la prise gravitaire et modernisation de 40 ha (avec substitution par forage(s) en nappe de l'Aygues) et mise en place d'un bassin de stockage. 40 ha sont abandonnés.	Aygues	533 350		-40	372 000
	ASCO du canal supérieur de Saint Roman et ASA des Lônes et du Moulin	Passage sous pression de 40 ha dont 3ha étaient irrigués gravitairement jusqu'ici et 77 ha étaient irrigables non irrigués (soit un impact de +37ha irrigués)	Aygues	542 000		37	300 000
Ouvèze amont	ASA d'irrigation de Mollans sur Ouvèze	Substitution de la prise par un forage en nappe d'accompagnement et mise sous pression du réseau (modernisation) et éventuellement création d'une retenue collinaire	Ouvèze	180 000			261 000
	ASA d'irrigation de Mollans sur Ouvèze	Développement de retenues permettant une sécurisation, et une augmentation des superficies irriguées pour atteindre 200 ha	Ouvèze	890 000		160	2 756 000
	ASA Ouvèze Ventoux	Extension des capacités de stockage existantes et mise en place d'une station de pompage	Ouvèze				2 950 000
	ASA Ouvèze Ventoux	Arrêt total du gravitaire et passage sous pression du	Ouvèze	1 100 000			500 000



Secteur	Structure	Projet	Ressource	Economie d'eau sur ressources locales (m ³)	Nouveaux prélèvements (m ³)	Delta superficies par rapport à situation actuelle (ha)	Coût d'investissement (€)
		secteur Besse Espagnol Fontareau (30ha)					
	ASA du hameau de Veau	Fermeture de la prise et dissolution (- 1ha irrigué)	Ouvèze	180 000		-1	
	ASA du canal du Moulin de Crestet	Modernisation de 25 ha modernisés dont 12ha irrigués actuellement	Ouvèze	300 000		13	187 500
Piémont Dentelles	ASA des arrosants de Roaix	Modernisation de 80 ha au total dont 30 irrigués actuellement	Ouvèze	1 730 000		50	600 000
	ASA canal du moulin et cours d'eau réunis de Séguret	Création de forages individuels pour l'irrigation de 30ha et fermeture de la prise dans l'Ouvèze et du canal	Ouvèze	1 520 000			180 000
	ASA d'arrosage de Violès-Sabiet	120 ha sont modernisés dont 60 étaient irrigués en gravitaire en situation actuelle	Ouvèze	2 850 000		60	225 000
	Canal de Carpentras	Reconversion du secteur de Monteux (diminution du besoin à surface irriguée égale)	Durance	1 700 000			7 200 000
	Canal de Carpentras	Reconversion du secteur de Sarriens (diminution du besoin à surface irriguée égale)	Durance	1 000 000			12 000 000
Mer de Vigne Aygues	ASA de Sainte Cécile	Substitution par un prélèvement en nappe et modernisation du réseau (périmètre 100ha irrigables dont 90 irrigués actuellement)	Aygues /Meyne	1 600 000		10	822 000



Secteur	Structure	Projet	Ressource	Economie d'eau sur ressources locales (m ³)	Nouveaux prélèvements (m ³)	Delta superficies par rapport à situation actuelle (ha)	Coût d'investissement (€)
	ASCO d'entretien et d'aménagement hydraulique de Sérignan	Reconversion du réseau gravitaire pour 50 ha et raccordement au réseau de Piolenc Uchaux	Aygues	Pris en compte dans les économies de l'ASA de Sainte Cécile		13	Cf. Plaine de Piolenc
	ASA des eaux d'Alcyon et de la Buissonnade, de Saint Jean, Saint-Paul, des Quartier et du Plan de Dieu (ASA en cours de fusion)	Création d'un bassin de stockage, station de pompage et réseau sous pression pour l'irrigation de 300ha en Rive gauche de l'Aygues (superficies partagées entre l'ASCO d'Alcyon et l'ASA de la Buissonnade)	Aygues	876 000		120	2 550 000
Bassin de Saint Paul Trois châteaux	Réseau du Tricastin (gravitaire)	Reconversion du réseau gravitaire. Pas d'effet sur les surfaces, réalisation d'économies d'eau	Rhône	1 700 000			6 000 000
	Saint Restitut (ou Grès de Bollène)	Extension du réseau pour desservir l'ASA de Bigari					
	Nouvelles superficies en demande	Extension du réseau de Tricastin (après modernisation de l'actuel réseau gravitaire) en direction du secteur de "Vallée de la Berre"	Rhône		651 700	326	2 443 875



Secteur	Structure	Projet	Ressource	Economie d'eau sur ressources locales (m ³)	Nouveaux prélèvements (m ³)	Delta superficies par rapport à situation actuelle (ha)	Coût d'investissement (€)
Plaine de Piolenc	ASA du canal de Carpentras (Piolenc-Uchaud)	Extension du réseau jusqu'aux portes de Sérignan (140 ha), reconversion de 50 ha de l'ASCO de Sérignan et surdimensionnement de l'adducteur principal pour permettre extensions futures	Rhône		430 000	140	2 035 000
Ouvèze aval	ASA pour l'irrigation du Grès d'Orange	Liaison de l'ASA de Grangeneuve à l'ASA des Grès - sans impact sur les superficies	Meyne	200 000	200 000		850 000
	ASA de Grange Neuve	Modernisation de 605 ha dont 260 irrigués actuellement	Rhône	1 570 000		345	7 350 000
	ASA de Grange Neuve	Liaison de l'ASA de Grangeneuve à l'ASA des Grès - (cf. ASA des Grès)					



Secteur	Structure	Projet	Ressource	Economie d'eau sur ressources locales (m ³)	Nouveaux prélèvements (m ³)	Delta superficies par rapport à situation actuelle (ha)	Coût d'investissement (€)
TOTAL				23 887 500		2 114	70 767 500

Ressource	Economies d'eau (m ³)
Aygues	5 921 350
Lez	1446000
Ouvèze	8 750 000
Meynes	200 000
Rhône	3 270 000
Durance	2 700 000
Aygues/Meynes	1 600 000
Ressource	Augmentation des prélèvements estivaux (m ³)
Rhône	1 361 700



2.2.2 Desserte à partir du Rhône

2.2.2.1 Principe général

Les propositions d'aménagements sur le scénario Rhône visent à mettre en place une infrastructure pour la sécurisation et le développement de l'activité agricole tout en réalisant des économies d'eau sur les ressources en eau superficielles locales. Un adducteur (conduite enterrée sous pression) alimente des réseaux secondaires pour la desserte agricole.

Il s'agit d'abord de desservir les zones de forte demande qui ne disposent pas de ressource en eau, et de permettre également la substitution de ressources (concomitante à une modernisation des réseaux) sur les zones irriguées à proximité de l'adducteur. La modernisation des réseaux implique la reconversion des réseaux gravitaires existants en réseaux sous pression.

Deux variantes du scénario Rhône ont été étudiées :

- **Variante n°1** : Irrigation jusqu'à la cote TN 170 m NGF.
- **Variante n°2** : Irrigation de toutes les zones de demande accessibles (jusqu'à la cote TN 310 m NGF environ).

La desserte à partir du Rhône s'organise à partir de deux branches indépendantes :

- **Branche Nord (à partir de la prise existante de Bollène),**
- **Branche Sud (à partir de la prise existante de Grangeneuve).**

Figure 2-11 : Scénario de desserte à partir du Rhône – Variante 1

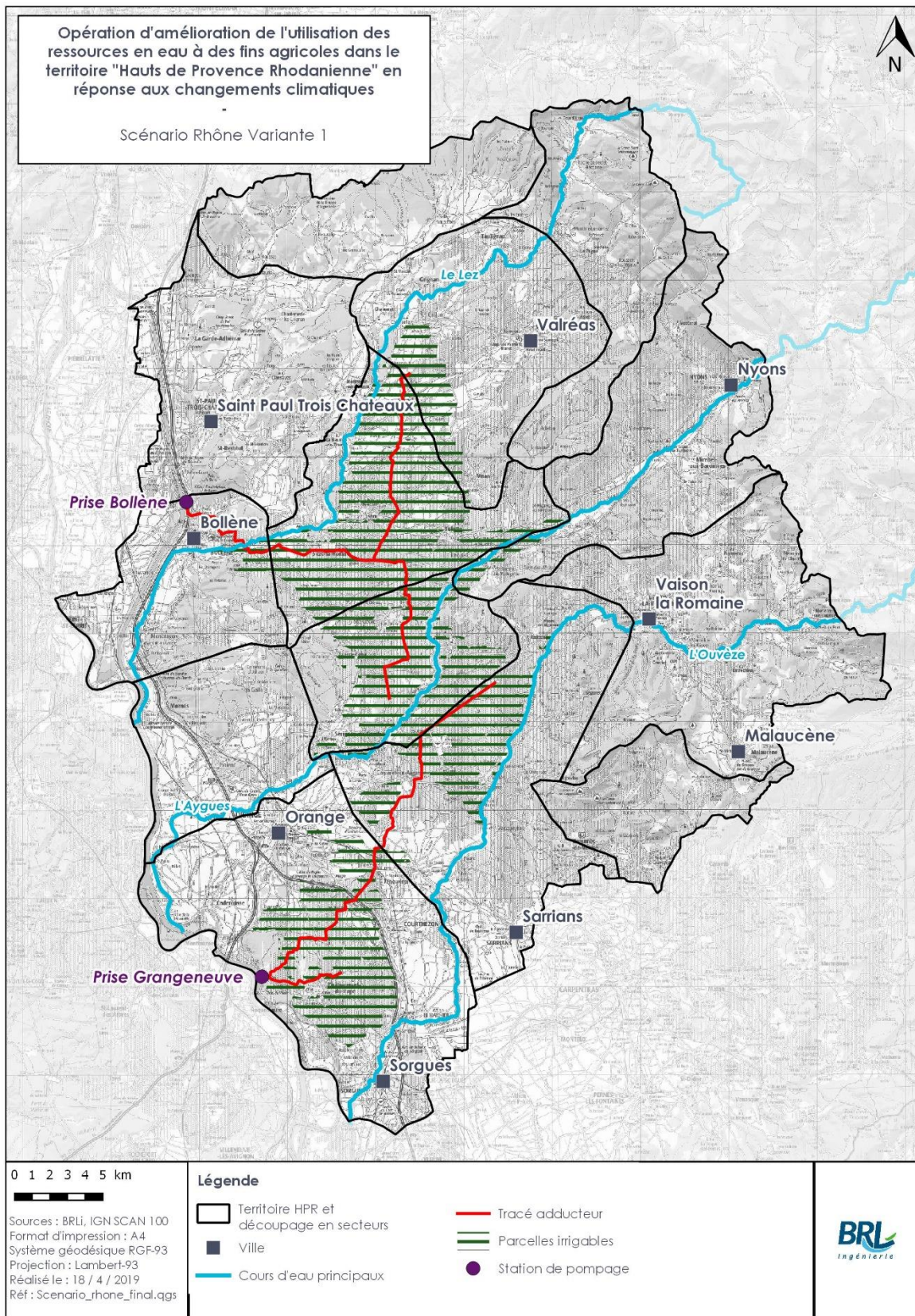
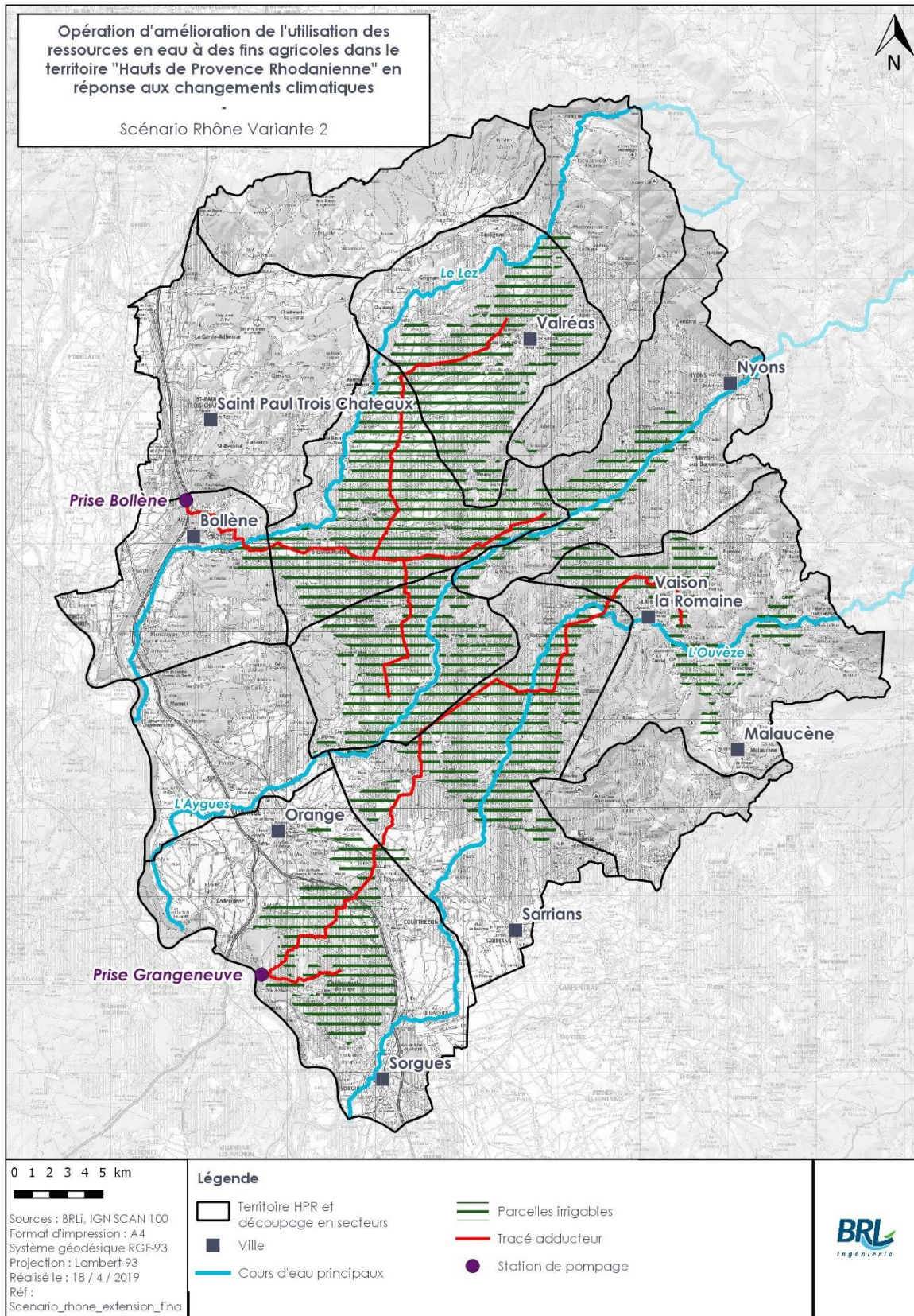




Figure 2-12 : Scénario de desserte à partir du Rhône – Variante 2





2.2.2.2 Critères de conception

MODE DE REGULATION

A ce stade, deux solutions de régulation sont envisageables :

- Régulation sur réservoir ;
- Régulation sans réservoir (mano-débitmétrique ou vitesse variable).

Le principe de la régulation sur réservoir est d'avoir une station de pompage qui refoule à une cote constante dans un réservoir. De ce réservoir, le réseau se poursuit par gravité vers les zones irriguées. Le réservoir doit donc être positionné à une cote altimétrique optimisée afin de permettre l'irrigation en aval par gravité tout en limitant la hauteur de pompage.

Dans un système sans réservoir, l'adducteur est continu et il n'y a donc pas de rupture hydraulique. A débit maximum, les conditions hydrauliques de fonctionnement sont à peu près identiques au cas avec réservoir. Par contre, à faible débit, les réseaux à desservir nécessiteront une surpression plus faible (moins de perte de charge). Or ce cas de figure sera fréquent en dehors de la période de pointe de la demande.

Les principaux avantages d'un réservoir sont :

- Simplicité et robustesse de la régulation des pompes sur niveaux (moins de 500 m³ de volume utile en première approche pour 2 m³/s) ;
- Réserve de secours en cas d'arrêt du système (coupure de courant de faible durée) et maintien en eau en hiver (en pratique, un volume de 1500 m³ est un secours limité à 15 min environ pour un débit de 1.5 m³/s) ;
- Écrêtement des heures de pointe EDF en hiver ;
- Aération de l'eau en cas de desserte d'eau à potabiliser, afin d'éviter des temps de séjours trop long dans les conduites fermées ;
- Contribution à la protection contre les coups de béliers ;
- Remplissage de la conduite après vidange (ex : on remplit 4 km de conduite en diamètre 1000 avec un réservoir de 3000 m³).

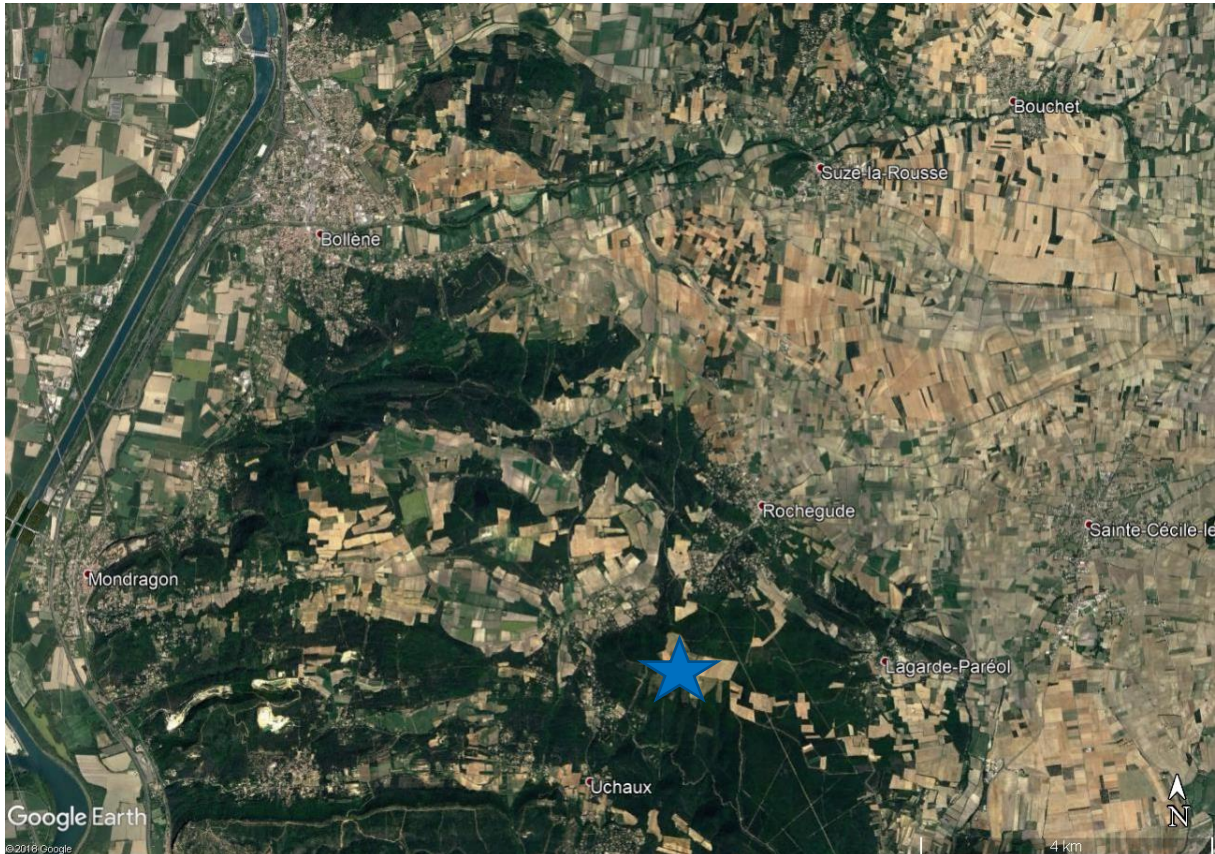
Par contre, le réservoir présente certains inconvénients :

- Nécessité de devoir briser la pression à faible débit, et par conséquent perte d'énergie. Il est envisageable de by-passer le réservoir à faible débit afin de ne pas perdre toute la pression, et mettre en charge directement les réseaux.
- Nécessité d'une liaison entre l'adducteur et le réservoir, d'autant plus longue que le réservoir sera situé à une cote élevée et par conséquent éloigné du tracé de l'adducteur et des zones de desserte – ce qui augmente les coûts d'investissements (en plus du coût du réservoir).
- Nécessité d'identifier et acquérir du foncier.

Sur la Branche Nord, un réservoir serait envisageable au sud de Bollène, entre Rochegude et Uchaud (TN entre 200 et 280 m NGF). La station de pompage au niveau de la prise de Bollène refoulerait alors dans ce réservoir, puis l'écoulement se ferait par gravité depuis le réservoir vers les zones de desserte. Il n'y aurait pas de surpresseurs à prévoir sur les branches secondaires pour desservir les zones à irriguer au-dessous de la cote 130 à 150 mNG.



Figure 2-13 : Emplacement envisageable pour un réservoir



Sur la Branche Sud, il n'existe pas à proximité de point aussi haut que sur la Branche Nord et l'option d'une régulation sur réservoir est moins pertinente. Un réservoir pourrait être envisagé au centre de la zone de Châteauneuf-du-Pape (TN – 120 / 125 m NGF) pour irriguer les zones basses. Les zones à irriguer les plus hautes sur la zone de Châteauneuf-du-Pape seraient alors surpressées. Le réservoir ne serait pas assez haut pour irriguer les zones en aval de l'autoroute en période de pointe.

Au stade actuel des études, nous avons considéré un fonctionnement sans réservoir de régulation.

TRACE DU RESEAU (ADDUCTEUR PRINCIPAL)

Un tracé d'adducteur principal est défini au niveau du schéma sur la base d'images satellites (Google Earth) avec des prises permettant d'alimenter des secteurs. Les réseaux secondaires ne sont pas étudiés sur la base de tracés, du fait de l'absence d'informations précises sur la localisation des parcelles à irriguer et de l'approche très amont, mais sur la base d'une approche globale et d'un forfait issu de l'expérience BRL. Le tracé de l'adducteur principal suit dans la mesure du possible les routes, chemins et limites de parcelles. Lorsque des traversées de parcelles sont prévues, il s'agit de parcelles où il n'y a pas de cultures pérennes.

STATIONS DE POMPAGE

Les stations de pompage sont dimensionnées en prenant en compte une pression maximale de service, et l'optimisation entre les pertes de charge linéaires et les coûts d'investissement et charges capitalisées (essentiellement énergie) :

- Une pression de service élevée permet d'aller plus loin avant de devoir relever la pression ;
- Une perte de charge linéaire faible permet, soit de réduire les hauteurs de refoulement, soit d'aller plus loin avant de relever la pression ;



- Une pression de service élevée permet de réduire les diamètres, donc les montants d'investissement.

En première approche dans l'étude préliminaire, on propose de retenir des pressions de service de 16 bars. Cependant, dans le cas de la Branche Sud, la pression de service sur une partie du réseau en amont atteindra 20 bars environ.

DIMENSIONNEMENT DE L'ADDUCTEUR

Une fois connus les débits par tronçon sur l'adducteur, la méthode utilisée pour le dimensionnement est la méthode de Labye, qui recherche l'optimum économique d'un réseau hydraulique en fonction d'un bordereau de diamètres renseigné avec les prix d'ordre (présentés plus haut), et des conditions de vitesses minimales et maximales.

La méthode de Labye est mise en pratique par utilisation d'un logiciel (RESEAU) qui permet également d'optimiser les hauteurs de refoulement des stations de pompage, de façon à optimiser la somme des investissements et des charges d'exploitation / maintenance capitalisées.

A ce stade des études, nous avons considéré que la mise en place d'une station unique de pompage pour la variante 1 dans le dimensionnement et chiffrage. Pour la variante 2, un surpresseur a été étudié sur la branche Sud. En pratique, une ou plusieurs stations de surpression seront à considérer dans le cas de la variante 2 « extension ».

Les hypothèses prises en compte pour l'optimisation sont :

- Pour le calcul des pertes de charge :
 - une rugosité de 0,5 mm (hypothèse pessimiste)
 - une majoration de 5% des pertes de charge linéaires pour prendre en compte les pertes de charge singulières diffuses (coudes, points singuliers...)
- Pour le calcul des frais d'énergie, un coût du KWh de 0,085€.

Une pression disponible rapportée au point le plus défavorable du secteur à irriguer de 3 bars (irrigation goutte à goutte) a été retenue. Or la localisation des parcelles à irriguer n'est pas connue précisément, ni leur distance à la prise et leur élévation. Nous avons donc fait des hypothèses sur la cote piézométrique à considérer au niveau de chaque prise sur l'adducteur en fonction du point du secteur le plus distant de la prise et de son élévation, la localisation du point le plus haut et des pertes de charge de 6 m/km dans les réseaux secondaires.

Sur les secteurs les plus hauts (au-delà de la cote 120 à 140 m en fonction des secteurs), il a été considéré que des surpresseurs sur les réseaux secondaires seront mis en place pour limiter l'importance de la station en tête.

2.2.2.3 Branche Nord – Bollène

PRISE SUR LE RHÔNE

La station de Bollène a la situation géographique la plus pertinente pour irriguer la plaine au sud de l'Hérein et en rive droite de l'Aygues sur les secteurs du Lez moyen, Mer de vigne Aygues (au nord de l'Aygues) et Hauts de Valréas.

ADDUCTEUR

Le tracé proposé amène l'eau sur 5 km environ avant de toucher les premières zones de demande. Les difficultés au niveau du tracé sont liées au passage de la zone très urbanisée de Bollène. La traversée de l'autoroute A7 sera effectuée à partir de galeries existantes.



La longueur de l'adducteur atteint 38 km (variante 1) et 54 km (variante 2). Il s'agit d'une conduite télescopique dont le diamètre en amont est de 900 à 2000 mm en fonction de la variante et du débit d'entrée :

Tableau 2-5 : Débit au niveau de la prise sur le Rhône en fonction du débit d'équipement – Branche Nord

Débit d'équipement	Débit en tête - Variante 1	Débit en tête - Variante 2
1 m ³ /h/ha	1.25 m ³ /s	1.89 m ³ /s
2 m ³ /h/ha	2.50 m ³ /s	3.78 m ³ /s
4 m ³ /h/ha	5.00 m ³ /s	7.56 m ³ /s

ZONES DESSERVIES

La demande est plus importante sur la zone Sud (secteur Mer de Vigne Aygues) entre les villages de Sainte-Cécile-les Vignes et Sérignan-du-Comtat.

Le profil topographique du tracé proposé s'élève régulièrement de l'Ouest vers l'Est, et du Sud vers le Nord ce qui dégage deux zones : le secteur Sud-Ouest, sous la cote 120/130 m qui pourrait être alimenté par la station principale sur le Rhône (sans station de pompage au niveau des réseaux secondaires de desserte) et le secteur Nord-Est au-dessus de la cote 120/130 m où des stations de pompage de reprise au niveau des réseaux secondaires de desserte pourraient être justifiées pour irriguer ces zones.

Dans le cas de la variante n°2, un troisième secteur est créé à l'extrême Ouest, au-dessus de la cote 170 m. La pente moyenne est plus forte et l'altitude s'élève plus rapidement sur ce troisième secteur, jusqu'à la cote 250 m au niveau de Valréas, puis 310 m en continuant vers l'ouest. Une deuxième station de pompage sur l'adducteur principal serait alors à envisager (au niveau de la cote TN 160 m environ).

Tableau 2-6 : Zones desservies – Branche Nord

Zones desservies	Surface (ha) – Variante 1	Surface (ha) – Variante 2
Plaine entre Bollène et Tulette (Lez Moyen / secteur SO)	2 033	2 033
Sainte-Cécile / Sérignan (Mer de Vigne – Aygues / secteur SO)	1 679	1 679
Est-Tulette (Lez Moyen / Aygues Amont / Secteurs NE et extrême Ouest)	311	1 386
Nord Tulette et Suze-la-Rousse et Sud La Baume-en-transit et Visan (Lez Moyen / Secteur SO)	1 347	1 347
Valréas (Lez Moyen + Hauts de Valréas pour variante 2 / Secteur NE et extrême Ouest)	1 058	3 278
TOTAL ZONES DESSERVIES	6 428	9 723



COÛTS D'INVESTISSEMENT

Une estimation sommaire des coûts d'investissement est présentée dans les tableaux suivants pour chacune des deux variantes.

Tableau 2-7 : Estimation du coût d'investissement Branche Nord – Variante 1

	€ HT – dimensionnement à 1m ³ /h/ha
Station de pompage	7 889 000
Adducteur	29 766 000
Réseaux de desserte	45 204 500
Aléas (15%)	12 430 500
Total	95 300 000
Total / ha	14 825

Lorsque la modélisation est réalisée pour des débits d'équipements de 2 et 4 m³/h/ha, les coûts d'investissement sont respectivement supérieurs de l'ordre de 50% et 120%.

Tableau 2-8 : Estimation du coût d'investissement Branche Nord – Variante 2

	€ HT – dimensionnement à 1m ³ /h/ha
Stations de pompage	14 580 000
Adducteur	48 979 000
Réseaux de desserte	74 859 500
Aléas (15%)	20 763 000
Total	159 181 500
Total / ha	16 370

Lorsque la modélisation est réalisée pour des débits d'équipements de 2 et 4 m³/h/ha, les coûts d'investissement sont respectivement supérieurs de l'ordre de 60% et 100%.

COÛTS DE FONCTIONNEMENT

Les coûts de fonctionnement annuel sont présentés dans les tableaux suivants en fonction des hypothèses de consommation annuelles pour chaque variante.



Tableau 2-9 : Estimation du coût de fonctionnement Branche Nord – Variante 1

Hypothèse de consommation	1000 m ³ / ha / an
Volume prélevé par an (m ³)	7 142 000
Volume consommé par an (m ³)	6 428 000
Coût d'énergie annuel (€)	532 500
Coût de maintenance et d'entretien annuel (€)	612 000
Total (€)	1 144 500
€/m ³ consommé	0.18

Tableau 2-10 : Estimation du coût de fonctionnement Branche Nord – Variante 2

Hypothèse de consommation	1000 m ³ / ha / an
Volume prélevé par an (m ³)	10 803 000
Volume consommé par an (m ³)	9 723 000
Coût d'énergie annuel (€)	983 500
Coût de maintenance et d'entretien annuel (€)	1 056 500
Total (€)	2 040 000
€/m ³ consommé	0.21

2.2.2.4 Branche Sud – Grangeneuve

PRISE SUR LE RHONE

La station de Grangeneuve est la seule qui permette d'irriguer la zone de forte demande constituée par le vignoble AOC de Châteauneuf-du-Pape.

ADDUCTEUR

Le tracé proposé traverse la zone de Châteauneuf-du-Pape, puis passe au Nord du secteur irrigué par le Canal de Carpentras (Secteur de Piémont-Dentelles).

La desserte des zones de demande à l'est de la zone de Châteauneuf-du-Pape est plus contraignante en raison de la nécessité de traverser l'Autoroute A7 et la voie ferrée.

La longueur de l'adducteur atteint 25.9 km (variante 1) et 44.1 km (variante 2). Il s'agit d'une conduite télescopique dont le diamètre en amont est de 800 à 2000 mm en fonction de la variante et du débit d'entrée :



Tableau 2-11 : Débit au niveau de la prise sur le Rhône en fonction du débit d'équipement – Branche Sud

Débit d'équipement	Débit en tête - Variante 1	Débit en tête - Variante 2
1 m ³ /h/ha	0.90 m ³ /s	1.54 m ³ /s

Une deuxième branche qui part de l'adducteur principal dessert la zone sud de Châteauneuf-du-Pape (4.75 km). L'altitude moyenne est plus faible, la pression de service dans cette branche pourra être réduite.

La carte ci-dessous permet de visualiser les l'évolution des diamètres pour les différentes branches et pour un scénario à 1 m³/h/ha.



Figure 2-14 : Diamètres des adducteurs – Variante 1

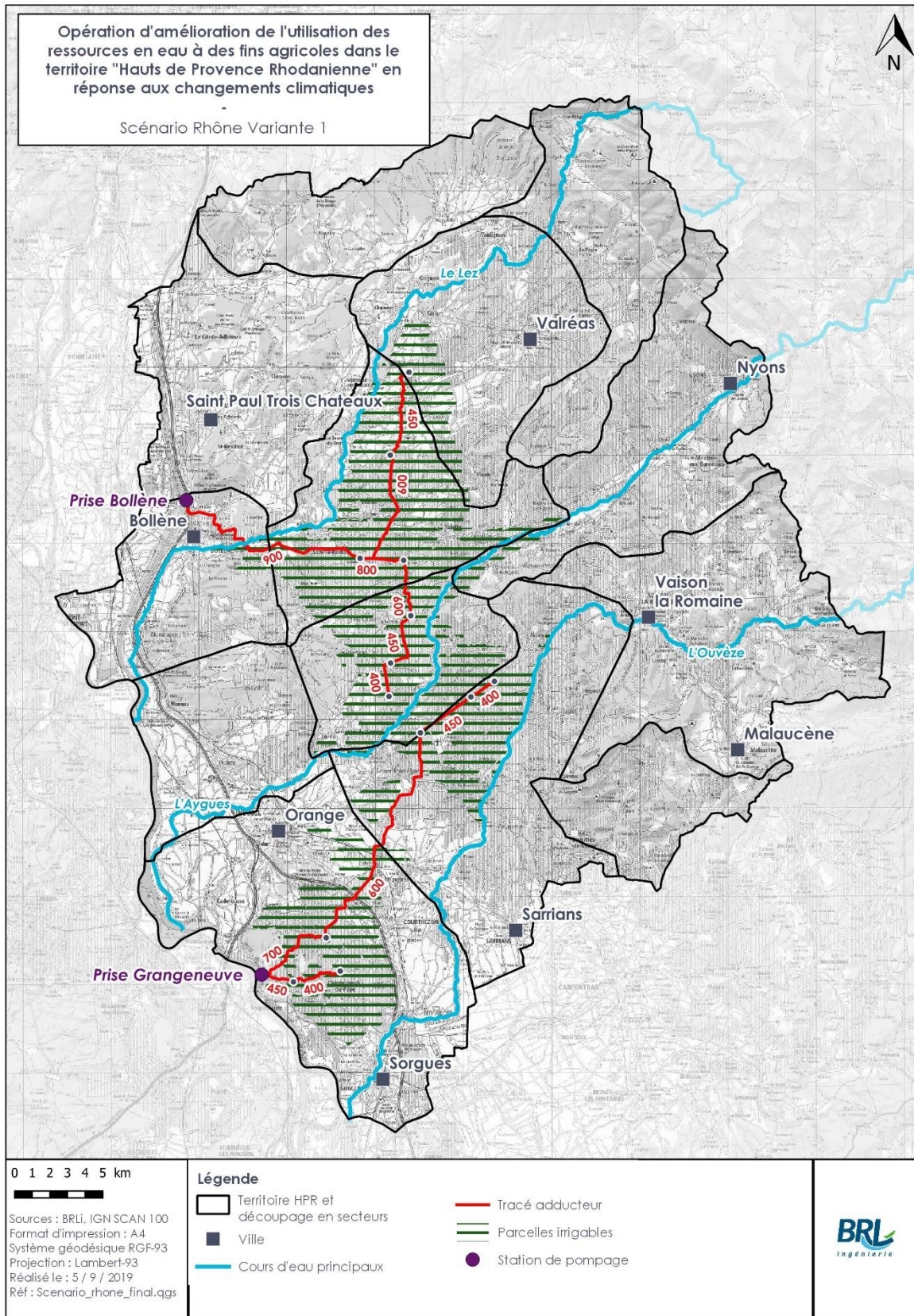
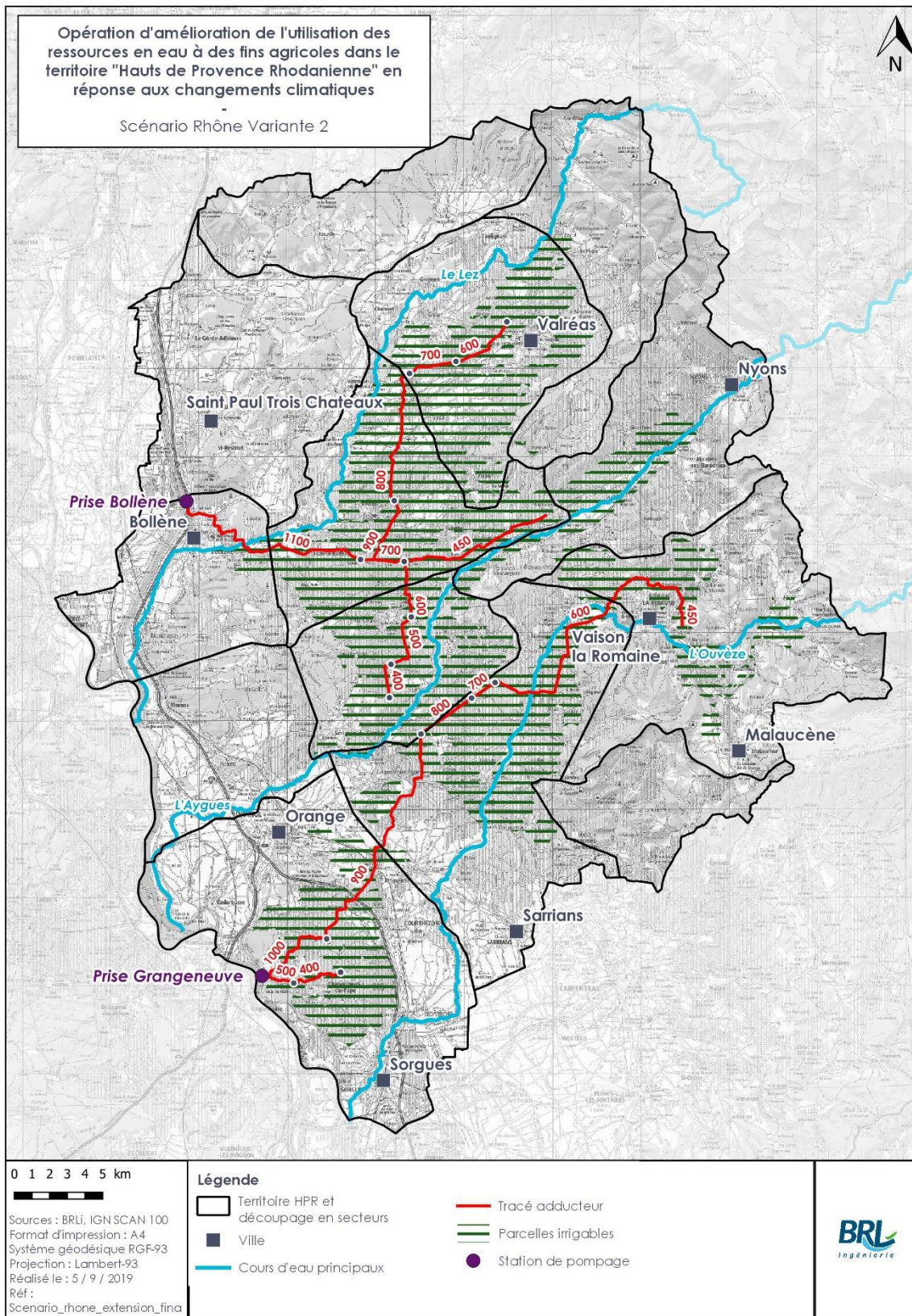


Figure 2-15 : Diamètre des adducteurs – Variante 2





ZONES DESSERVIES

Le profil topographique du tracé proposé est assez homogène entre la prise sur le Rhône jusqu'à la zone autour de Travaillan, la cote TN étant de 90 / 110 m NGF aux deux extrémités du tracé, tandis que l'altitude est moins élevée au centre (50 à 70 m NGF).

La variante 1 présente ainsi un premier secteur très étendu sous la cote 120 m NGF qui pourrait être irrigué sans station de reprise au niveau des réseaux de desserte, et un deuxième petit secteur au nord entre les ASA autour de Cairanne et Travaillan et l'ASA de Violès compris entre les cotes 120 et 170 m NGF où des stations de pompage de reprise au niveau des réseaux secondaires de desserte pourraient être justifiées.

Dans le cas de la variante n°2, le tracé traverse l'Ouvèze. Le secteur n°2 est alors agrandi en rive gauche de l'Ouvèze et un troisième secteur entre les cotes 170 et 310 m NGF est créé à l'est de Roaix pour irriguer les zones de Vaison-la-Romaine et Malaucène. Une deuxième station de pompage sur l'adducteur principal serait alors à envisager (après la traversée de l'Ouvèze). La simulation a été faite avec cette station de pompage.

Figure 2-16 : Emplacement du surpresseur – scénario Rhône – Variante 2

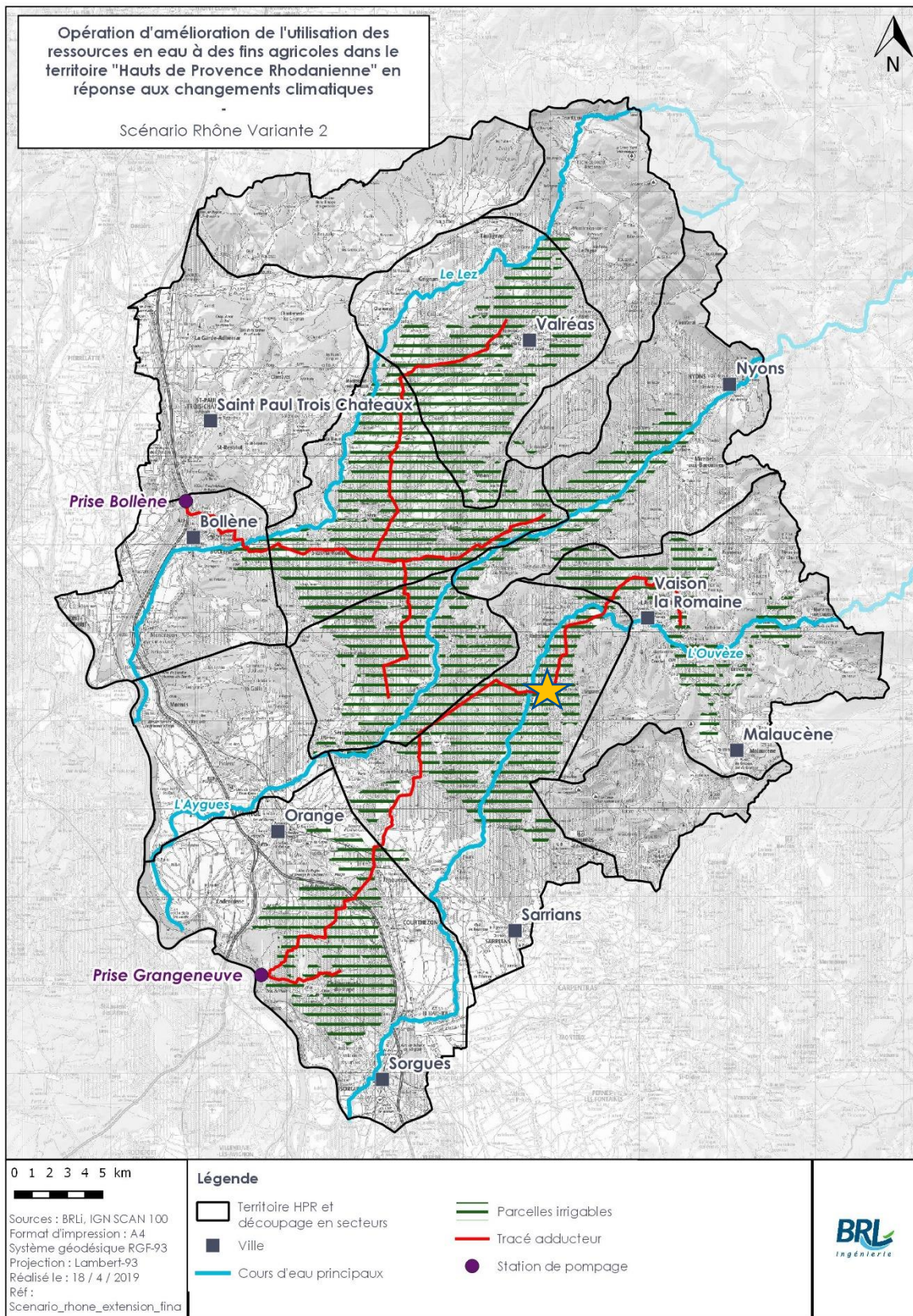




Tableau 2-12 : Zones desservies – Branche Sud

Zones desservies	Surface (ha) – Variante 1	Surface (ha) – Variante 2
Châteauneuf-du-Pape / ASA Courtezon / ASA Grès d'Orange / ASA Grangeneuve (Ouvèze aval / Secteur 1)	2 152	2 152
Triangle Orange – Joncquières-Camaret sur Aigues (Piémont Dentelles / Secteur 1)	544	544
Plaine Travaillan Sud (Piémont Dentelles / Secteur 1)	256	256
ASA Aygues Sud (Piémont Dentelles + Aygues Nord / Secteur 1)	232	232
ASA Violes (Piémont Dentelles / Secteur 1)	399	399
Plaine Travaillan Nord (Piémont Dentelles + Mer de Vigne Aygues / Secteur 2)	603	603
Cairanne (Mer de Vigne Aygues / Secteur 2 + Secteur 3)	284	481
ASA Aygues Nord ou Saint Roman (Aygues Amont / Secteur 2)	134	134
Sablet – Vacqueyras + ASA Roaix (Piémont Dentelles / Secteur 2 et 3)	-	1 127
Vaison la Romaine + Malaucène (Ouvèze Amont / Secteur 3)	-	1 974
TOTAL ZONES DESSERVIES	4 604	7 902

COÛTS D'INVESTISSEMENT

Une estimation sommaire des coûts d'investissement est présentée dans les tableaux suivants pour chacune des deux variantes.



Tableau 2-13 : Estimation du coût d'investissement Branche Sud – Variante 1

	€ HT – dimensionnement à 1m ³ /h/ha
Station de pompage	6 137 000
Adducteur	19 189 000
Réseaux de desserte	33 476 000
Aléas (15%)	8 820 500
Total	67 622 500
Total / ha	14 700

Tableau 2-14 : Estimation du coût d'investissement Branche Sud – Variante 2

	€ HT – dimensionnement à 1m ³ /h/ha
Station de pompage	12 508 500
Adducteur	43 635 000
Réseaux de desserte	35 249 000
Aléas (15%)	13 709 000
Total	105 101 500
Total / ha	13 300

COÛTS DE FONCTIONNEMENT

Les coûts de fonctionnement annuel sont présentés dans les tableaux suivants en fonction des hypothèses de consommation annuelles pour chaque variante.

Tableau 2-15 : Estimation du coût de fonctionnement Branche Sud – Variante 1

Hypothèse de consommation	1000 m ³ / ha / an
Volume prélevé par an (m ³)	5 115 500
Volume consommé par an (m ³)	4 604 000
Coût d'énergie annuel (€)	415 000
Coût de maintenance et d'entretien annuel (€)	447 500
Total (€)	862 500
€/m ³ consommé	0.19



Tableau 2-16 : Estimation du coût de fonctionnement Branche Sud – Variante 2

Hypothèse de consommation	1000 m ³ / ha / an
Volume prélevé par an (m ³)	8 780 000
Volume consommé par an (m ³)	7 902 000
Coût d'énergie annuel (€)	693 000
Coût de maintenance et d'entretien annuel (€)	769 500
Total (€)	1 462 500
€/m ³ consommé	0.19

2.2.2.5 Projets locaux

Le scénario de desserte à partir du Rhône ne dessert pas toutes les zones où une demande a été recensée. Pour les zones non desservies, les projets identifiés dans le scénario ressources locales restent valables et ces zones ne seront donc pas exclues du projet global. Le tableau ci-dessous récapitule les différents projets maintenus dans le cadre d'un projet Rhône.

Tableau 2-17 : Projets locaux maintenus dans le cadre du scénario Rhône

Secteur	Structure	Projet	Variante 1 du projet Rhône	Variante 2 du projet Rhône
Hauts de Valréas		Mise en place de retenues collinaires et développement de réseaux sous pression	x	
Lez Moyen	ASL du canal du Parol	Fermeture de la prise et dissolution de l'ASA	x	x
	ASA du canal des Gravennes	Fermeture de la prise et dissolution de l'ASA	x	x
	ASA de Resse Colombier	Fermeture de la prise et dissolution de l'ASA	x	x
	ASA de Bigari	Modernisation de 40 ha (périmètre irrigable de l'ASA de Bigari =56ha) par extension d'un réseau existant (Grès de Bollene ou St Restitut ou forages en ZRE)	x	x
Aygues amont	AFR de Vinsobre	Fermeture du canal et mise en place de forages individuels en substitution	x	
	ASA de défense de l'irrigation de Mirabel aux Baronnie	Modernisation de 140 ha (passage sous pression), dont 30 étaient irrigués actuellement	x	
	ASCO du canal du moulin de Villedieu	Fermeture de la prise gravitaire et modernisation de 40 ha (avec substitution par forage(s) en nappe de l'Aygues) et mise en place d'un bassin de stockage. 40 ha sont abandonnés.	x	
Ouvèze amont	ASA d'irrigation de Mollans sur Ouvèze	Substitution de la prise par un forage en nappe	x	



Secteur	Structure	Projet	Variante 1 du projet Rhône	Variante 2 du projet Rhône
		d'accompagnement et mise sous pression du réseau (modernisation) et éventuellement création d'une retenue collinaire		
	ASA d'irrigation de Mollans sur Ouvèze	Développement de retenues permettant une sécurisation, et une augmentation des superficies irriguées pour atteindre 200 ha	×	
	ASA Ouvèze Ventoux	Extension des capacités de stockage existantes et mise en place d'une station de pompage	×	
	ASA Ouvèze Ventoux	Arrêt total du gravitaire et passage sous pression du secteur Besse Espagnol Fontareau (30ha)	×	
	ASA du hameau de Veau	Fermeture de la prise et dissolution (- 1ha irrigué)	×	×
	ASA du canal du Moulin de Crestet	Modernisation de 25 ha modernisés dont 12ha irrigués actuellement	×	
Piémont Dentelles	ASA des arrosants de Roaix	Modernisation de 80 ha au total dont 30 irrigués actuellement	×	
	ASA canal du moulin et cours d'eau réunis de Séguret	Création de forages individuels pour l'irrigation de 30ha et fermeture de la prise dans l'Ouvéze et du canal	×	
	Canal de Carpentras	Reconversion du secteur de Monteux (diminution du besoin à surface irriguée égale)	×	×
	Canal de Carpentras	Reconversion du secteur de Sarriens (diminution du besoin à surface irriguée égale)	×	×
Bassin de Saint Paul Trois Châteaux	Réseau du Tricastin (gravitaire)	Reconversion du réseau gravitaire. Pas d'effet sur les surfaces, réalisation d'économies d'eau	×	×
	Saint Restitut (ou Grès de Bollène)	Extension du réseau pour desservir l'ASA de Bigari	×	
		Extension du réseau de Tricastin (après modernisation de l'actuel réseau gravitaire) en direction du secteur de "Vallée de la Berre"	×	×
Plaine de Piolenc	ASA du canal de Carpentras (Piolenc-Uchaud)	Extension du réseau jusqu'aux portes de Sérignan (140 ha), reconversion de 50 ha de l'ASCO de Sérignan et surdimensionnement de l'adducteur principal pour permettre extensions futures	×	×



Au total cela représente les coûts additionnels suivants au scénario Rhône :

- 57 773 500 € en complément des coûts de la Variante 1
- 29 604 000 € en complément des coûts de la Variante 2

2.2.2.6 Synthèse des coûts

Le tableau suivant synthétise les coûts des deux variantes du scénario de desserte à partir du Rhône :

Tableau 2-18 : Synthèse des coûts des scénarios Rhône

	Variante 1	Variante 2
Débit d'équipement (m ³ /h/ha)	1	
Superficie irriguée (ha)	11 032	17 625
Débit de pointe (m ³ /s)	2.15	3.43
Volumes prélevés (m ³ /an)	12 258 000	19 583 500
Volumes consommés (m ³ /an)	11 032 000	17 625 000
Coût adducteur (€)	48 955 000	92 614 000
Coût réseaux (€)	78 680 500	110 108 500
Coût station de pompage (€)	14 036 500	27 088 500
Total (€)	141 672 000	229 811 000
Total avec imprévus (€)*	162 922 500	264 282 500
Coût d'investissement par ha (€)	14 800	15 000
Coût énergie (€)	947 500	1 676 500
Coût de maintenance (€)	1 059 500	1 826 500
Coût de fonctionnement (€)	2 006 500	3 502 500
€/m³ consommé	0.18	0.20
Coût total des scénarios Rhône		
Coût additionnel pour l'investissement dans les projets locaux (€)	57 773 500	29 604 000
Coût annuel de fonctionnement additionnels (€)**	577 700	296 000
Coût total d'investissement (€)	220 696 000	293 886 500
Coût annuel de fonctionnement (€)	2 584 500	3 798 500

* 15% d'imprévus

** Par défaut 1% du coût d'investissement additionnel

Les coûts rapportés à l'hectare pour les 2 variantes du scénario Rhône sont cohérents avec les coûts identifiés dans le cadre de projets similaires. A titre d'exemple, les coûts d'investissement pour le projet Aqua Domitia sont de l'ordre de 18 000 € /ha. Un coût rapporté à l'hectare d'environ 15 000 € est donc réaliste. Il s'agit très probablement d'une limite basse pour un projet de ce type.



Pour information et comparaison le tableau ci-dessous présente les coûts d'investissement de l'adducteur pour des débits d'équipement à 2 et 4 m³/h/ha. Au vu des coûts prohibitifs pour ces dimensionnements et afin de ne pas affecter la lisibilité seuls les résultats pour 1 m³/h/ha sont présentés dans la suite du rapport.

Tableau 2-19 : Comparaison des coûts en fonction du débit d'équipement – variante 1

Débit d'équipement	1	2	4
Débit d'équipement (m ³ /h/ha)	2.15	4.31	8.56
Volumes prélevés (m ³ /an)	12 258 000	23 225 500	34 838 000
Coût adducteur (€)	48 955 000	74 722 000	102 969 000
Coût réseaux (€)	78 680 500	120 302 000	165 674 000
Coût station de pompage (€)	14 036 500	23 381 500	44 310 000
Total (€)	141 672 000	218 405 500	312 953 000
Total avec imprévus (€)*	162 922 500	251 166 500	359 896 000
Coût d'investissement par ha (€)	14 800	22 800	32 500

Tableau 2-20 : Comparaison des coûts en fonction du débit d'équipement – variante 2

Débit d'équipement	1	2	4
Débit d'équipement (m ³ /h/ha)	3.43	7.51	14.93
Volumes prélevés (m ³ /an)	19 583 500	37 105 500	55 658 000
Coût adducteur (€)	92 614 000	156 559 000	192 758 000
Coût réseaux (€)	110 108 500	184 246 500	219 620 500
Coût station de pompage (€)	27 088 500	55 487 500	111 692 500
Total (€)	229 811 000	396 292 500	524 070 500
Total avec imprévus (€)*	264 282 500	455 736 500	602 681 500
Coût d'investissement par ha (€)	15 000	25 900	34 200



2.2.3 Rhône / Durance, quelle articulation?

2.2.3.1 Principe general

Le scénario Rhône / Durance est similaire au scénario Rhône. Il repose sur une desserte du territoire des Hauts de Provence Rhodanienne à partir de ressources considérées comme « sécurisées » : le Rhône et la Durance. Du fait que la branche Sud du scénario précédent traverse des territoires voisins de ceux alimentés par les réseaux de l'ASA du Canal de Carpentras, une alternative à une alimentation par le Rhône a été recherchée.

Ainsi la **Branche Sud** du scénario Rhône / Durance est modifiée par rapport au scénario Rhône : la zone de Châteauneuf-du-Pape reste alimentée par le Rhône, tandis que les zones à l'est de l'Autoroute A7 sont alimentées par la Durance. Les zones desservies à l'est peuvent différer de celles alimentées dans le scénario précédent.

La Branche Nord du scénario Rhône / Durance est inchangée par rapport au scénario Rhône : les aménagements proposés sont identiques et l'alimentation en eau est réalisée avec une prise sur le Rhône au niveau de Bollène. Deux variantes sont considérées pour cette branche Nord, de la même manière que dans le scénario précédent.

Figure 2-17 : Scénario de desserte à partir du Rhône et de la Durance – Variante 1

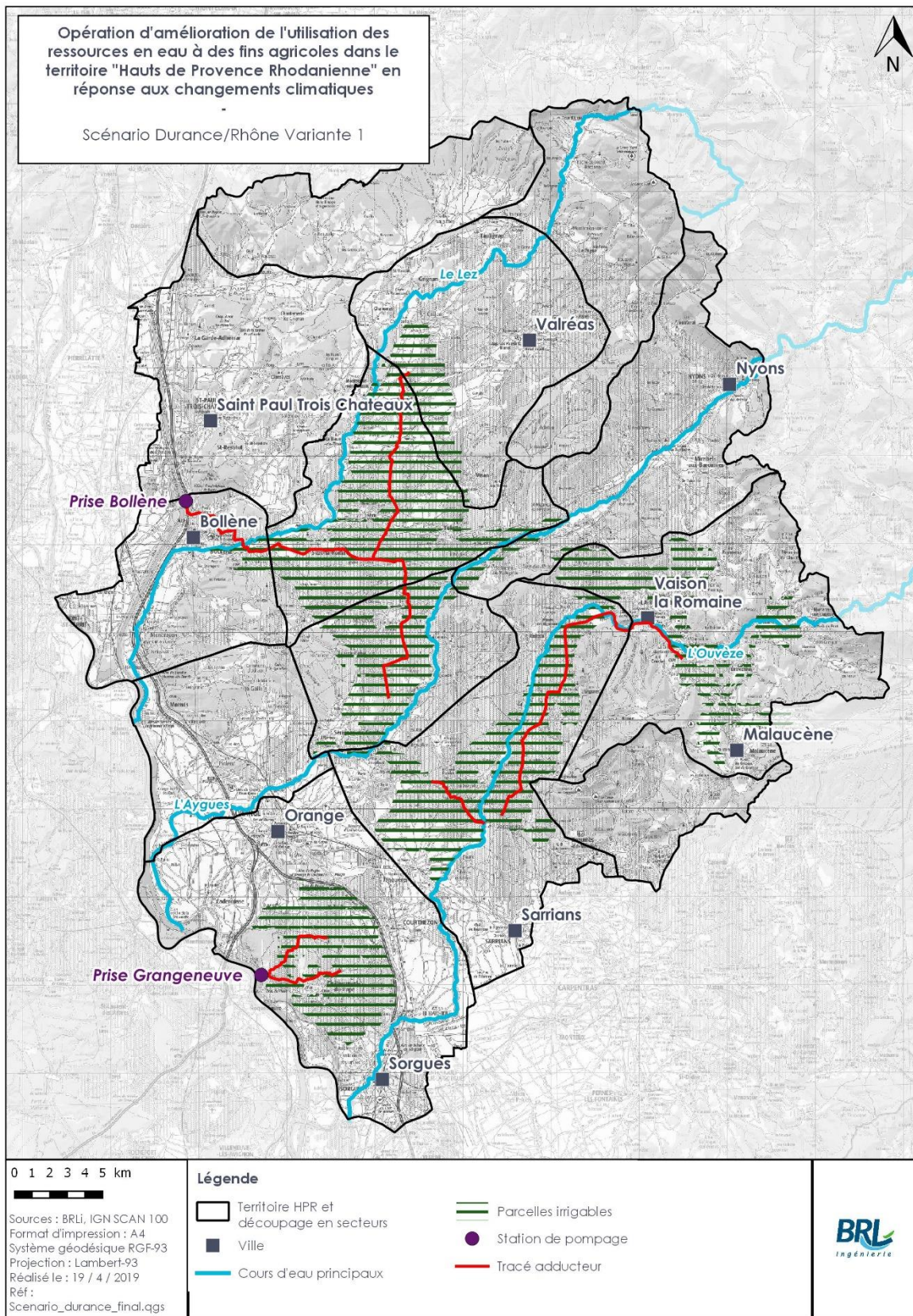
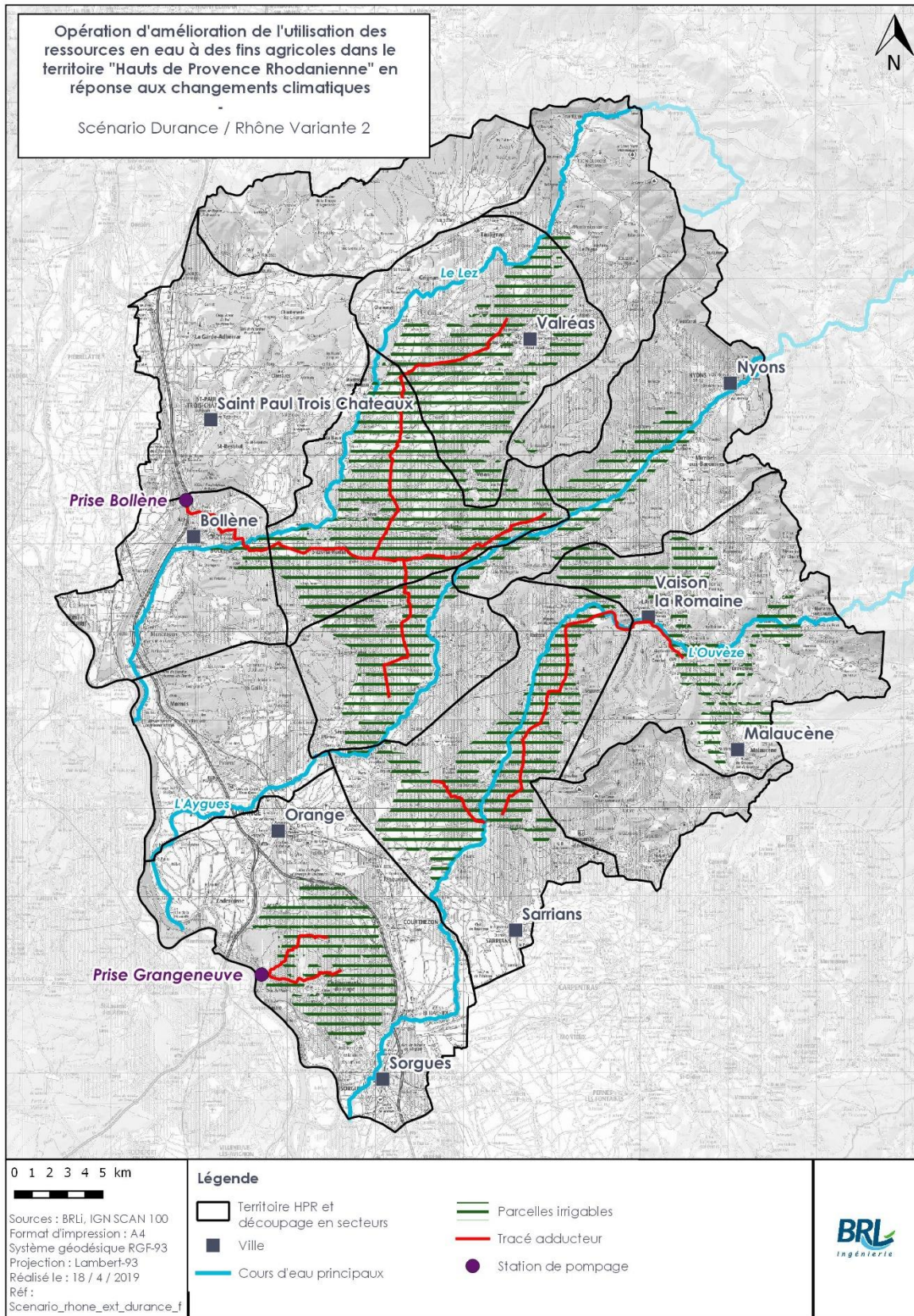




Figure 2-18 : Scénario de desserte à partir du Rhône et de la Durance – Variante 2





2.2.3.2 Critères de conception

Les critères de conceptions sont identiques à ceux du scénario Rhône.

Les volumes mobilisables sur la Durance au niveau de l'ASA de Carpentras correspondent aux volumes libérés grâce aux actions d'économies d'eau mises en place par l'ASA.

Volumes supplémentaires mobilisables par l'ASA sur la Durance

Volumes à destination de l'ASA	Volumes (m3)	Superficies correspondantes (ha)	
		si besoin = 1000 m3/ha/an	si besoins =2000 m3/ha/an
Economisé sur la période 2005-2018	1 379 500	1 380	690
Economisé d'ici 2022 (projet Monteux)	850 000	850	425
Perspectives d'économies par modernisation du secteur de Sarriens (si on suppose que les règles de partage des volumes économisés entre le milieu et l'ASA restent les mêmes)	500 000	500	250
Total sans prendre en compte la modernisation Sarriens	2 229 500	2 230	1 115
Total y.c modernisation Sarriens	2 729 500	2 730	1 365

Nous nous sommes basés sur des volumes disponibles d'environ 2 800 000 m³ pour le développement ou la modernisation de nouveaux secteurs irrigués par la Durance et les réseaux du Canal de Carpentras.

Nous n'avons considéré qu'un dimensionnement sur la base d'un besoin de 1 m³/h/ha pour la branche Sud (scénario Rhône / Durance), y compris pour la zone de Châteauneuf-du-Pape irriguée par le Rhône.

2.2.3.3 Branche Nord – Bollène

Les aménagements sont identiques à ceux du scénario Rhône.

2.2.3.4 Branche Sud – Grangeneuve et Alimentation par la Durance

PRISE SUR LE RHONE

La localisation est identique au scénario Rhône, mais la prise sur le Rhône permet d'irriguer la zone de Châteauneuf-du-Pape exclusivement (Secteur Ouvèze aval, à l'Ouest de l'autoroute A7). Les zones situées à l'Est de l'Autoroute A7 (secteur Piémont Dentelles / Mer de Vigne Aygues / Ouvèze amont) sont alimentées par les réseaux du Canal de Carpentras.

ADDUCTEUR

Le scénario Rhône / Durance propose 3 adducteurs :

- Un adducteur pour alimenter la zone de Châteauneuf-du-Pape depuis le Rhône. La conduite est télescopique, le diamètre en amont commence en DN 600 mm. Une deuxième branche qui part de l'adducteur principal dessert la zone Sud de Châteauneuf-du-Pape. L'altitude moyenne est plus faible, la pression de service dans cette branche pourra être réduite.
- Un adducteur de 4 km depuis le siphon sur l'Ouvèze du réseau de Carpentras pour alimenter le secteur de l'ASA du Canal de Carpentras au Nord de l'Ouvèze et le territoire de l'ASA de Violès-Sabiet. La conduite est télescopique, le diamètre en amont commence en DN 450 mm.



- Un adducteur dit « Liaison Carpentras – Ouvèze amont » d'une vingtaine de km, qui suit en partie le tracé de l'ancienne voie ferrée. La conduite est télescopique, le diamètre en amont commence en DN 1100 mm. Cette liaison entre l'ASA du Canal de Carpentras et l'ASA Ouvèze Ventoux est régulièrement évoquée par les acteurs du territoire. Nous avons privilégié un tracé par le nord, le long de l'Ouvéze de manière à pouvoir desservir le maximum de surfaces en rive gauche (Sablet) mais aussi apporter des solutions au territoire immédiatement au nord de Vaison la Romaine. L'autre option aurait été un tracé par le sud, depuis le secteur d'Aubignan vers le Barroux et Malaucène. Cette option a plus la faveur de l'ASA Ouvèze Ventoux. **A ce niveau d'étude, il est difficile de trancher entre les deux options et nous recommandons que des études plus détaillées soient menées.**

Tableau 2-21 : Débit d'entrée sur chacun des 3 adducteurs – Scénario Rhône / Durance, Branche Sud

Adducteur	Débit d'entrée – 1m ³ /h/ha
Adducteur Rhône	0.42 m ³ /s
Adducteur Siphon Ouvèze	0.22 m ³ /s
Adducteur « Liaison Carpentras – Ouvèze amont »	1.14 m ³ /s

ZONES DESSERVIES

L'adducteur Rhône dessert la zone de Châteauneuf-du-Pape ainsi que les ASA existantes sur le secteur (Courtezon, Grès d'Orange, Grangeneuve).

L'adducteur à partir du siphon sur l'Ouvéze dessert les réseaux actuellement irrigués par l'ASA du Canal de Carpentras au nord de l'Ouvéze (environ 500 ha potentiel) et l'ASA de Violès-Sablet.

L'adducteur « liaison Carpentras – Ouvèze amont » dessert l'ASA de Roaix ainsi que les ASA existantes entre Malaucène et Mollans sur Ouvèze, ainsi que de nouveaux secteurs autour de Sablet et Vaison-la-Romaine.

Tableau 2-22 : Zones desservies – Scénario Rhône-Durance – Branche Sud

Zones desservies	Adducteur	Surface (ha)
Châteauneuf-du-Pape / ASA Courtezon / ASA Grès d'Orange / ASA Grangeneuve (Ouvéze aval)	Adducteur Rhône	2 152
ASA Carpentras au Nord de l'Ouvéze + ASA Violes (Piémont Dentelles)	Adducteur siphon Ouvèze	905
Sablet – Vacqueyras + ASA Roaix (Piémont Dentelles)	Adducteur Liaison Carpentras - Ouvèze amont	1 127
Vaison la Romaine + Malaucène (Ouvéze Amont)	Adducteur Liaison Carpentras - Ouvèze amont	2 347
Sous-Total Adducteur Liaison Carpentras - Ouvèze amont		3 474
TOTAL ZONES DESSERVIES		6 531

COÛTS D'INVESTISSEMENT

Une estimation sommaire des coûts d'investissement est présentée dans le tableau suivant.



Tableau 2-23 : Estimation du coût d'investissement Scénario Rhône / Durance - Branche Sud

	TOTAL € HT – 1m ³ /h/ha	Rhône € HT – 1m ³ /h/ha	Siphon Ouvèze € HT – 1m ³ /h/ha	Liaison Carpentras – Ouvéze amont € HT – 1m ³ /h/ha
Stations de pompage	8 733 000	1 862 000	1 024 000	5 847 000
Adducteur	32 766 000	4 846 000	1 401 000	26 519 000
Réseaux de desserte	45 050 500	13 988 000	6 787 500	24 275 000
Aléas (15%)	12 982 500	3 104 400	1 381 900	8 496 200
Total	99 532 500	23 800 000	10 594 500	65 137 500

COÛTS DE FONCTIONNEMENT

Les coûts de fonctionnement annuel sont présentés dans le tableau suivant en fonction des hypothèses de consommation annuelle pour chacun des 3 axes.

Tableau 2-24 : Estimation du coût de fonctionnement Scénario Rhône / Durance - Branche Sud

	800 m ³ / ha / an - Rhône	1000 m ³ / ha / an – Siphon Ouvèze	1000 m ³ / ha / an – Liaison Carpentras- Ouvéze amont
Volume prélevé par an (m ³)	1 913 000	1 005 500	3 861 000
Volume consommé par an (m ³)	1 721 500	905 000	3 475 000
Coût énergie (€)	116 000	61 000	234 500
Coût entretien maintenance (€)	150 000	71 500	429 500
Coût de fonctionnement annuel (€)	266 000	132 500	664 000
Total (€)	1 062 500		
€/m ³ consommé	0.15	0.15	0.19

2.2.3.5 Projets locaux

Dans le cadre du scénario Rhône Durance les projets locaux suivants sont maintenus :



Tableau 2-25 : Projets locaux prévus dans le cadre du scénario Rhône / Durance

Secteur	Structure	Projet	Variante 1 du projet Rhône/Durance	Variante 2 du projet Rhône/Durance
Hauts de Valréas		Mise en place de retenues collinaires et développement de réseaux sous pression	x	
Lez Moyen	ASL du canal du Parol	Fermeture de la prise et dissolution de l'ASA	x	x
	ASA du canal des Gravennes	Fermeture de la prise et dissolution de l'ASA	x	x
	ASA de Resse Colombier	Fermeture de la prise et dissolution de l'ASA	x	x
	ASA de Bigari	Modernisation de 40 ha (périmètre irrigable de l'ASA de Bigari =56ha) par extension d'un réseau existant (Grès de Bollène ou St Restitut ou forages en ZRE)	x	x
Aygues amont	AFR de Vinsobre	Fermeture du canal et mise en place de forages individuels en substitution	x	
	ASA de défense de l'irrigation de Mirabel aux Baronnie	Modernisation de 140 ha (passage sous pression), dont 30 étaient irrigués actuellement	x	
	ASCO du canal du moulin de Villedieu	Fermeture de la prise gravitaire et modernisation de 40 ha (avec substitution par forage(s) en nappe de l'Aygues) et mise en place d'un bassin de stockage. 40 ha sont abandonnés.	x	
Ouvèze amont	ASA du hameau de Veau	Fermeture de la prise et dissolution (- 1ha irrigué)	x	x
Piémont Dentelles	Canal de Carpentras	Reconversion du secteur de Monteux (diminution du besoin à surface irriguée égale)	x	x
	Canal de Carpentras	Reconversion du secteur de Sarriens (diminution du besoin à surface irriguée égale)	x	x
Bassin de Saint Paul Trois Châteaux	Réseau du Tricastin (gravitaire)	Reconversion du réseau gravitaire. Pas d'effet sur les surfaces, réalisation d'économies d'eau	x	x
	Saint Restitut (ou Grès de Bollène)	Extension du réseau pour desservir l'ASA de Bigari	x	
		Extension du réseau de Tricastin (après modernisation de l'actuel réseau gravitaire) en	x	x



Secteur	Structure	Projet	Variante 1 du projet Rhône/Durance	Variante 2 du projet Rhône/Durance
		direction du secteur de "Vallée de la Berre"		
Plaine de Piolenc	ASA du canal de Carpentras (Piolenc-Uchaud)	Extension du réseau jusqu'aux portes de Sérignan (140 ha), reconversion de 50 ha de l'ASCO de Sérignan et surdimensionnement de l'adducteur principal pour permettre extensions futures	×	×

2.2.3.6 Synthèse des coûts

Le tableau suivant présente la synthèse des coûts :



Tableau 2-26 : Synthèse des coûts du scénario Rhône / Durance

	Variante 1	Variante 2
Débit d'équipement (m ³ /h/ha)	1	
Superficie irriguée (ha)	12 960	16 255
Débit de pointe (m ³ /s)	3.03	3.67
Volumes prélevés (m ³ /an)	13 922 000	17 583 000
Volumes consommés (m ³ /an)	12 529 600	15 824 600
Coût adducteur (€)	62 532 000	81 745 000
Coût réseaux (€)	90 255 000	119 910 000
Coût station de pompage (€)	16 632 500	23 313 500
Total (€)	169 419 500	224 968 500
Total avec imprévus (€)	194 832 500	258 713 500
Coût d'investissement par ha (€)	15 000	15 900
Coût énergie (€)	944 000	1 395 500
Coût de maintenance (€)	1 263 000	1 707 500
Coût de fonctionnement (€)	2 207 000	3 103 000
€/m³	0.18	0.20
Coût total des scénarios Rhône/Durance		
Coût additionnel pour l'investissement dans les projets locaux (€)	50 339 000	29 604 000
Coût annuel de fonctionnement additionnels (€)	503 500	296 000
Coût total d'investissement (€)	245 171 500	288 317 500
Coût annuel de fonctionnement (€)	2 710 500	3 399 000

2.3 QUELS COÛTS POUR L'AGRICULTEUR ?

Les analyses précédentes ont permis d'établir des ordres de coûts d'investissement et de fonctionnement pour les différents scénarios. A ce stade, il est possible de retenir un coût d'investissement moyen de l'ordre de 15 000 €/ha. Le coût du m³ est plus difficile à estimer en raison des incertitudes sur le pompage et sur les réseaux. En utilisant des ratios généralement acceptés pour ce type de projet on obtient un coût de l'ordre de 0.16 à 0.20 €/m³. Il s'agit d'un coût minimal.

Si l'on souhaite porter un regard plus critique sur ces éléments et notamment faire le lien avec l'acceptabilité pour l'agriculteur, il est indispensable d'approcher le coût que devra payer un agriculteur pour irriguer un hectare. Cette information est beaucoup plus parlante pour un exploitant qu'un tarif de l'eau ou qu'un coût d'investissement à l'hectare.



C'est pourquoi, nous avons fait l'hypothèse de trois niveaux de subventions pour le projet, 50, 65 et 80%. La part restante sera financée par l'agriculteur de manière directe ou indirecte (au travers de la structure gestionnaire qui répercutera ce coût dans le tarif de l'eau). Un emprunt à 1.5% sur 30 ans a été considéré pour financer la part agriculteur.

Le tableau ci-dessous récapitule le raisonnement et le coût à l'hectare irrigué :

Tableau 2-27 : Estimation des coûts d'irrigation pour un agriculteur

Volume d'arrosage (m ³ /ha/an)	1 000		2 000	
Coût Investissement par ha (€)	15 000		25 400	
Taux subvention (%)	50	80	50	80
Montant subvention (€)	7 500	12 000	12 700	20 320
Reste à charge (€)	7 500	3 000	12 700	5 080
Annuité pour RàC (emprunt 1,5 % sur 30 ans) (A)	312	125	529	212
Coût Entretien/Maintenance/Energie (€/m ³)	0.20	0.20	0.15	0.15
Coût Entretien/Maintenance/Energie (€/ha/an) (B)	200	200	300	300
Coût total irrigant (€/ha/an) (A+B)	512	325	829	512

Pour les 30 premières années, le coût pour l'agriculteur serait donc au minimum de l'ordre de 350 à 500 €/ha/an s'il devait apporter 1 000 m³. Ces coûts n'incluent pas les éventuels achats en équipement d'irrigation. On considère généralement que le coût de fourniture et d'installation d'un système goutte à goutte pour un ha de vigne est compris entre 1 500 et 2 500 €.

Une fois l'investissement initial payé (au bout de 30 années dans les hypothèses formulées ici), le coût se limitera aux frais d'entretien et de maintenance.

2.4 MULTI-USAGES DES RESEAUX

Le projet n'est pas seulement agricole. Il vise à répondre à d'autres besoins mis en évidence au cours de la phase 1 : arrosage d'espaces verts, arrosage de jardins ou encore défense incendie.

Sur le plan hydraulique, l'usage d'un réseau hydroagricole pour la défense incendie peut être contraignant en termes d'exploitation si cela n'a pas été prévu au départ :

- essais annuels,
- forts débits ponctuels pouvant entraîner des baisses de pression ou des remises en suspension d'éléments grossiers,
- impacts financiers sur l'exploitation globale des réseaux (les volumes utilisés lors des incendies ne sont pas facturés, et les dégradations et vols d'eau fréquents).

Par ailleurs l'utilisation éventuelle de bornes pour un usage d'appoint incendie peut poser un certain nombre de contraintes techniques :

- la très grande majorité des tubulures sont équipées de limiteur de débit inférieur aux 60 m³/h nécessaires à la DFCI.
- Seules les bornes de sortie au moins égale à 100 mm permettent un débit de 60 m³/h.
- Ces bornes sont parfois raccordées à des antennes individuelles sans raccord Guillemin. L'utilisation pour la DFCI nécessiterait une intervention de démontage et pose d'un raccord.



- Chaque tubulure installée correspond à un contrat avec un agriculteur. L'utilisation de sa borne va entraîner une comptabilisation des volumes consommés, et va entraîner un problème de facturation.
- L'utilisation éventuelle de sorties non équipées de tubulure, voir l'enlèvement d'une tubulure installée (voir retour d'expérience Ardèche) nécessiterait donc l'intervention d'un fontainier pour mettre en place une sortie spécifique DFCI lors d'un incendie important.

Le caractère limitant des débits inférieurs à 60 m³/h (à 1 bar pendant 2 heures) peut, dans certaines situations, être relativisé. En effet, les sapeurs-pompiers lors de leurs inspections annuelles des hydrants peuvent déclarer un hydrant comme « hors norme » mais « acceptable avec anomalie » (sinon un poteau est déclaré « opérationnel » ou « non opérationnel ») s'il respecte cette norme à hauteur de 75%, c'est-à-dire si le débit est compris entre 45 et 60 m³/h (à 1 bar pendant 2 heures).

De plus, la responsabilité du gestionnaire se pose. Un gestionnaire n'est en général pas opposé à l'utilisation de son réseau pour lutter contre les incendies, par contre, il ne peut garantir la disponibilité de l'eau en cas de rupture de canalisation (les réseaux d'irrigation sont rarement maillés) ou de panne d'électricité. Il cherchera donc toujours à ne pas engager sa responsabilité.

BRL ne propose pas de contrat de protection incendie mais un « Contrat de fourniture d'eau brute non potable à usage exceptionnel pouvant servir d'appoint à la lutte contre l'incendie » à la demande des collectivités dont les réseaux eau potable sont insuffisants. Il n'est pas à ce jour utilisé pour de la DFCI, mais pour de la protection urbaine ou de ZAC.

Ces contrats correspondent la plupart du temps à l'installation d'un regard enterré avec compteur et vanne d'isolement (pour un coût de 10 000 à 15 000 € HT s'il se situe au droit d'une conduite). L'installation éventuelle de poteaux normalisés ou de réservoirs reste à la charge de l'utilisateur.

Ce contrat type a été adapté début 2005 pour tenir compte des demandes des différents intervenants. Ses principales caractéristiques sont les suivantes :

- permanence de l'eau : sur les réseaux Rhône et Orb (hors canal du midi) BRL indique la permanence de l'eau (débits requis avec pression mini de 1 bars) sauf panne d'énergie, casses de réseaux ou travaux de maintenance préventive.

BRL s'engage à prévenir, dès connaissance de la coupure, à la fois le client et le SDIS.

- qualité du service : BRL oblige les utilisateurs à :
 - mettre en place en amont des points de livraison des ouvrages de filtration des éléments grossiers (dans le passé il y a eu des problèmes lors de l'ouverture et la fermeture de bornes qui n'avaient pas servies depuis des années avec des bouchages, blocages ...),
 - faire des essais annuels (en général avec le SDIS) en mettant à disposition des volumes minima annuels dans le contrat souscrit.

- en termes de coût, un contrat 60 m³/h représente une redevance d'environ 2 400 € annuels HT.

Le m³ consommé hors utilisation par les sapeurs-pompiers au cours d'un incendie (l'eau consommé pendant un tel événement n'étant pas facturée) est facturé à 1.21 €HT (72,68€ HT pour 60 m³).

Le financement de l'investissement est porté par l'utilisateur.

Par ailleurs, des solutions de citernes de 60 ou 120 m³, remplies par de l'eau brute (contrats simples EUD à faible débit) sont de plus en plus proposées comme solutions par BRL après validation des SDIS.

Ce sont des citernes en acier construites spécifiquement pour la DFCI, la capacité normalisée est de 30 m³ minimum.

Elles sont placées dans des endroits stratégiques conformément au PD PFCI. Elles peuvent être enterrées, ou aériennes, posées sur le sol.



Les citernes en béton sont réalisées soit en béton armé, coulé sur place, soit à partir d'éléments préfabriqués en béton. Elles peuvent être enterrées ou semi enterrées. La capacité de stockage de ce type de citerne varie de 30 m³ à 120 m³.

Lors des études détaillées, le caractère multi-usages des réseaux devra être validé et bien anticipé de manière à faciliter la gestion opérationnelle et financière.

2.5 QUALITE DES EAUX

La question de la qualité des eaux qui seront mobilisées se pose au niveau du territoire des Hauts de Provence Rhodanienne. Lors des ateliers territoriaux, certains agriculteurs ont exprimé des inquiétudes par rapport à la charge solide et à d'éventuels problèmes de pollution des eaux du Rhône.

En matière de charge solide, il sera important de prévoir au minimum une crépine filtrante au point de prélèvement de maille 2-3 mm. Un filtrage mécanique est possible mais les coûts d'équipement et de génie civil peuvent être prohibitifs. Dans tous les cas, une filtration à l'échelle individuelle sera nécessaire pour éviter le colmatage des matériels d'irrigation.

En matière de pollution, le retour d'expérience de BRL est intéressant dans la mesure où plus de 120 Mm³ par an sont prélevés dans le Rhône pour desservir à la fois des parcelles agricoles et des collectivités à des fins de potabilisation. La qualité de l'eau est donc étroitement surveillée. 260 paramètres sont régulièrement suivis (bactériologie, minéralisation, matière organique, métaux et micropolluants, radioactivité, micropolluants organiques...) et des expertises ciblées sont menées par des laboratoires indépendants :

- Radio-écologie des eaux des canaux (collaboration IRSN)
 - Etude du transfert eau d'irrigation → sols → plantes
 - Investigations eau filtrée/ matières en suspension / sédiments
 - ⇒ Valeurs 1 000 à 10 000 fois inférieures aux limites réglementaires
- PCB (prestations EUROFINS IPL – ASCONIT – CARSO)
 - Analyses eau brute, potable, matières filtrées, sédiments, poissons
 - ⇒ Absence de risque pour l'eau potable et l'agriculture
- Pesticides (prestations EUROFINS IPL)
 - Apports du fleuve en diminution du fait de l'évolution des pratiques

Au final, pour un usage irrigation, 95% des analyses sont en classe « bleu-aptitude très bonne à l'irrigation » (référentiel Seq-Eaux) et respectent les cahiers des charges « qualité » (agriculture biologique, GLOBALGAP, Nature's choice).

Pour les métaux lourds et micro polluants minéraux aucune non-conformité n'a été détectée et les valeurs sont très inférieures aux limites maximales recommandées par la FAO pour les eaux d'irrigation.

La transparence et la disponibilité de l'information sont assurées au travers d'une information en temps réel auprès des délégations départementales de l'ARS dans le cadre du contrôle sanitaire des eaux brutes à potabiliser et de la diffusion de synthèses annuelles.

En complément des analyses, BRL a mis en place un suivi quotidien au travers d'outils de détection des pollutions (truitomètres, sonde hydrocarbures Oil spy, station d'alerte suivant température, pH, O₂ dissous, turbidité, DCO, HAP). En 20 ans, il y a eu 12 pré-alertes et 4 fermetures de la prise au Rhône qui n'ont pas eu d'impact sur l'eau distribuée. Des systèmes de suivi en temps réel devront être installés en tête aux prises au Rhône dans le cas d'une mise en œuvre du projet HPR.



La qualité générale du Rhône s'améliore régulièrement depuis le 1^{er} plan Rhône de 1992 et les SDAGE qui ont suivi. Néanmoins, en 2005, des analyses de poissons et de sédiments du Rhône ont révélé des teneurs en PCB supérieures aux seuils réglementaires.

Que sont les PCB et quels sont leurs usages ?

Les PCB (PolyChloroBiphényles) sont des produits organiques chlorés utilisés dans l'industrie depuis les années 1930, notamment dans les équipements électriques (isolants électriques et fluides caloporteurs) et comme adjuvants (fabrication de pesticides, d'encre, de peintures, d'huiles, d'huiles de coupe). Ils se caractérisent par leur stabilité et leur ininflammabilité et sont plus connus sous l'appellation commerciale de "Pyralène", "Arochlor" ou "Askarel".

On en dénombre 209 congénères. Ils sont interdits d'utilisation en France depuis 1979 dans les applications ouvertes (fabrication d'encre, de peintures...).

Quelle est leur toxicité ?

Les connaissances actuelles sur la toxicité de ces molécules portent surtout sur les cas d'exposition aiguë à de fortes doses : le risque d'une affection cutanée dénommée la chloracné est certain, les risques tératogènes (malformation du fœtus) et cancérigènes sont suspectés.

Les autres risques évoqués mais non établis sont : des troubles du système immunitaire, du système endocrinien, de la fonction hépatique, de la reproduction, des maladies cardio-vasculaires et neurologiques.

Cependant, une exposition accidentelle de courte durée aux PCB n'a pas de conséquences sanitaires.

Dans quels compartiments des écosystèmes aquatiques les trouve-t-on ?

Ces composés sont d'une grande stabilité physique et chimique et d'une faible biodégradabilité. En raison de cette stabilité, leur présence demeure stable dans certains « réservoirs », comme les sédiments fluviaux ou marins. La surveillance des milieux marins montre cependant une lente décroissance des contaminations en PCB dans les vingt dernières années.

Ils s'accumulent dans les graisses des organismes vivants et se concentrent d'un maillon à l'autre dans la chaîne alimentaire au sommet de laquelle se trouvent les poissons et l'espèce humaine.

La principale voie de contamination de la population est donc l'alimentation. L'homme se contamine par l'ingestion d'animaux ou de produits d'origine animale contaminés (les produits de la pêche étant la principale source de contamination), et non par celle de l'eau.

On n'en détecte qu'exceptionnellement dans les eaux des cours d'eau et de plans d'eau car les PCB sont très peu solubles. Ils ne sont pas absorbables par les plantes, que ce soit par les racines ou les feuilles, Le risque pour l'alimentation est lié à la présence de sédiments pollués sur des végétaux qui seraient utilisés « non lavés ».

Des analyses des prélèvements d'eau en provenance du canal d'amenée et du canal Philippe Lamour sont effectuées depuis juillet 2007 par des laboratoires indépendants et ont confirmé l'absence de risques PCB dans l'eau distribuée par le réseau géré par BRL.

Les analyses des prélèvements de sédiments et de boues de décantation d'eau potable portent sur les PCB-indicateurs, les PCB-DL, les dioxines et les furanes.

Concernant les PCB-indicateurs, les résultats obtenus sont compris entre 22 et 64 µg/kg sec. Selon le système de classement SEQ-eau des Agences de l'eau, ces résultats se classent dans la catégorie « bon » et « moyen », en limite de « bon ».



Sans préjuger du résultat d'études en cours, ces éléments permettent une estimation des quantités de PCB véhiculées par les matières en suspension contenues dans les eaux d'irrigation : sur la base d'une teneur moyenne de 20 mg/l de matières en suspension et d'une dose d'irrigation annuelle de 5000 m³/ha/an, ceci représente un apport en PCB-i compris entre 0,0022 et 0,0064 g/ha/an. A titre de comparaison, l'apport réglementaire autorisé dans le cadre des épandages agricoles de boues de station d'épuration est actuellement de 1,2 g/ha/an, soit 200 à 600 fois plus.

2.6 QUELLE VISION DES AGRICULTEURS SUR LE PROJET ?

Quatre réunions de concertation ont été menées sur le territoire des HPR entre décembre 2018 et mars 2019 :

- Le 10 décembre 2018 à Bouchet
- Le 18 février 2019 à Valréas
- Le 4 mars 2019 à Orange
- Le 8 mars 2019 à Malaucène

Ces réunions ont mobilisé de nombreux agriculteurs, représentants de la profession et élus. Les principales caractéristiques des scénarios ont été présentées, de même que les coûts et tarifs potentiels. **Ces réunions ont confirmé les fortes attentes par rapport à ce projet.** Un scénario basé sur des solutions locales ne recueille que peu d'assentiment dans la mesure où les agriculteurs sont conscients des risques posés par un prélèvement dans une ressource non-sécurisée. Les attentes peuvent donc être résumées par une devise volontariste : « plus loin et plus haut ».

Les coûts rapportés à l'hectare n'ont pas soulevé d'opposition. Ils apparaissent comme raisonnables par rapport au projet et cohérents si on les compare à des projets similaires.

La question du dimensionnement est régulièrement revenue. Du fait d'un historique limité d'irrigation sous pression dans le territoire des HPR, beaucoup d'agriculteurs manquent de référentiels. Un accompagnement sera indispensable auprès d'eux pour valoriser au mieux les infrastructures.

Enfin, le planning et l'articulation du projet avec des solutions locales pouvant être mises en œuvre rapidement ont soulevé des interrogations.



3 ANALYSE COÛTS-BÉNÉFICES ET ANALYSE FINANCIÈRE

3.1 MÉTHODOLOGIE

L'**analyse coût bénéfice** doit servir d'aide à la décision dans le choix du scénario d'aménagement. Elle doit permettre de porter un **jugement sur la rentabilité économique** des différents scénarios. Cette analyse se place du point de vue de la collectivité et non d'un agent particulier. **En parallèle une analyse financière a été menée pour vérifier la rentabilité du projet pour les agriculteurs.**

6 scénarios sont étudiés :

- Un scénario de référence
- Un scénario solutions locales
- Un scénario Rhône variante 1
- Un scénario Rhône variante 2
- Un scénario Rhône/Durance variante 1
- Un scénario Rhône/Durance variante 2

Chacun des scénarios est étudié sur une durée de 40 ans.

A chaque scénario sont associés des coûts (coûts d'investissement, coûts de fonctionnement, charges financières), une superficie irriguée et un assolement.

Pour chaque type de culture, un compte d'exploitation type a été élaboré en collaboration avec la Chambre d'Agriculture afin d'évaluer des marges et mesurer la rentabilité des productions irriguées et non irriguées. Le détail par type de culture est présenté en annexe 2.

Pour chaque secteur considéré, une estimation des assolements a été réalisée en situation actuelle. En situation avec projet, les assolements sont les mêmes qu'en situation actuelle. Seule la superficie irriguée est modifiée.

La simulation fait appel à plusieurs paramètres :

- La SAU totale : 52 826 ha
- La superficie irriguée totale à terme :



Tableau 3-1 : Superficie irriguée totale par scénario

Scénario	Superficie irriguée totale (ha)	Gain en surface irriguée par rapport au scénario de référence (ha)	Gain en surface irriguée par rapport au scénario de référence (%)
Référence	15 467	0	0%
Solutions locales	18 085	2 618	17%
Rhône Variante 1	26 790	11 323	73%
Rhône Variante 2	30 483	15 016	97%
Rhône / Durance Variante 1	27 640	12 173	79%
Rhône / Durance Variante 2	29 503	14 036	91%

- Le tarif de l'eau : il permet le calcul des marges des cultures dans l'analyse financière. Il diffère selon le mode de financement. A ce stade il est très difficile d'anticiper le tarif de l'eau. Par défaut nous avons considéré un tarif binomial, au moins similaire à ceux pratiqués actuellement en PACA.

Taux de subvention de l'investissement		Sc. Référence + Sc. Local	Sc. Rhône et Sc. Rhône/Durance variantes 1	Sc. Rhône et Sc. Rhône/Durance variantes 2
80%	€/m3	0.14	0.18	0.22
	€/ha	200	200	200
65%	€/m3	0.15	0.19	0.23
	€/ha	212	225	225
50%	€/m3	0.16	0.20	0.24
	€/ha	225	250	250

- Le taux d'actualisation économique (pour l'analyse économique): 2.5%
- Le taux d'actualisation financier (pour l'analyse financière) : 8%
- Le niveau de subvention : nous avons considéré un niveau de subvention publique de 50%, 65% ou 80% de manière à se placer dans des perspectives pessimistes et optimistes (du point de vue de l'agriculteur).
- Le taux d'intérêt appliqué aux emprunts : 2%
- La durée de l'emprunt : 20 ans
- Le taux d'inflation appliqué au coût de l'énergie : 2.5% avec une variabilité entre 0 et +80%.
- La fréquence d'années sèches : nous avons considéré une année sèche tous les trois ans. Il est probable que la fréquence soit supérieure à terme. Si cette fréquence était plus importante, cela aurait pour effet de renforcer l'intérêt des différents scénarios par rapport au scénario de référence.



- Le pourcentage de surfaces irriguées en année sèche : la sécheresse se traduit dans la simulation par une réduction des superficies irriguées (de manière à simuler une baisse de rendement). Cette réduction impacte uniquement les superficies irriguées par des ressources non sécurisées, c'est-à-dire des ressources autres que le Rhône ou la Durance. En année de sécheresse cette réduction est arbitrairement fixée à 60%.
- La montée en puissance des investissements : à ce niveau d'étude, il est relativement difficile d'établir un planning des investissements pour chacun des scénarios. Le tableau ci-dessous récapitule les proportions de l'investissement total engagé par année en fonction des scénarios :

Tableau 3-2 : Planning des investissements (%)

Scénario	Année										
	N	N+1	N+2	N+3	N+4	N+5	N+6	N+7	N+8	N+9	N+10
Référence	50%	50%									
Local		20%	20%	20%	20%	20%					
Rhône 1		10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
Rhône 2		10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
Rhò/Dur 1		10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
Rhò/Dur 2		10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%

- La montée en puissance des coûts de fonctionnement : elle s'applique avec une année de décalage selon les mêmes proportions que pour l'investissement.
- Une réduction des marges des cultures en sec de 0.5% par an pour simuler l'impact du changement climatique.

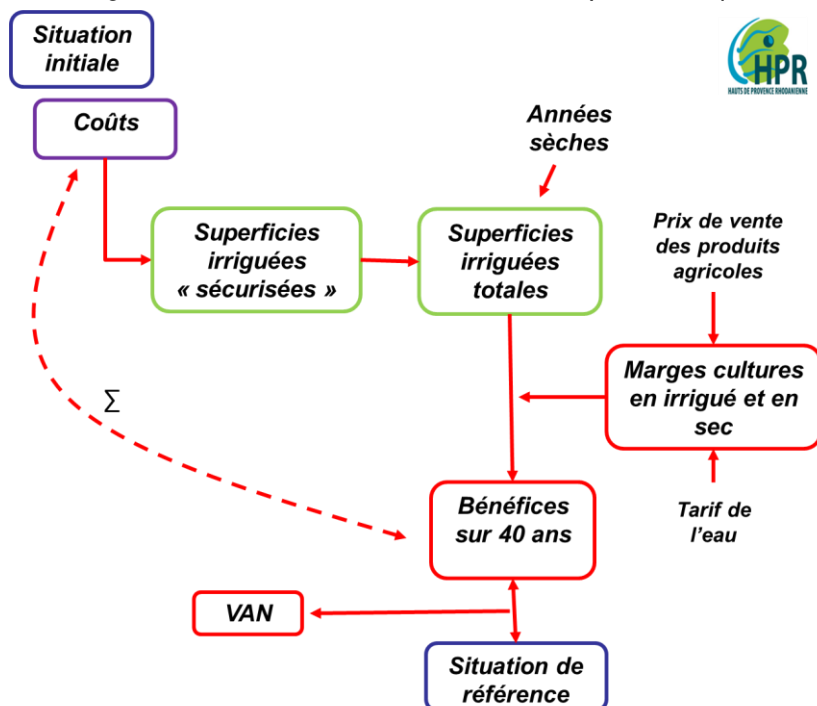
Ces différents paramètres permettent d'estimer la totalité des coûts et bénéfices facilement identifiables et monétarisables sur une période de 40 ans. L'analyse économique est menée sur 40 ans tandis que l'analyse financière est menée sur 20 ans.

Les externalités environnementales et sociales ne sont pas quantifiées ni monétarisées dans l'analyse économique. Par ailleurs, l'analyse ne tient pas compte d'une évolution des systèmes de culture (assolement). Cette approche à une échelle macro comporte donc un certain degré d'incertitude mais permet néanmoins d'approcher l'intérêt économique et financier des scénarios.

La somme des différentiels de coûts et bénéfices actualisés entre la situation de référence et la situation avec projet sur la période de modélisation représente la valeur actualisée nette. C'est cet indicateur qui est utilisé pour comparer les scénarios entre eux. La valeur actualisée nette économique inclut l'ensemble des coûts tandis que la valeur actualisée nette financière n'inclut que les coûts non subventionnés, c'est-à-dire les coûts pris en charge par l'agriculteur.



Figure 3-1 : Schéma de fonctionnement de l'analyse économique



Pour l'analyse financière, le schéma est similaire mais on somme les bénéfices et les coûts sur 20 ans.

Les principales différences dans le calcul de la VAN économique et de la VAN financière sont les suivantes :

- la VAN économique est calculée sur 40 ans et la VAN financière sur 20 ans,
- la VAN économique inclut l'ensemble des coûts tandis que la VAN financière n'inclut que les coûts non subventionnés, c'est-à-dire les coûts pris en charge par l'agriculteur,
- la VAN économique est calculée sur la base des valeurs ajoutées des cultures qui ne comprennent pas les coûts de main d'œuvre salariale qui représentent de l'emploi et donc plutôt un bénéfice pour la collectivité. La VAN financière est calculée sur la base des revenus nets des cultures qui comprennent les coûts de main d'œuvre salariale qui représentent une charge pour l'agriculteur.

Cette double analyse de rentabilité (i) financière du point de vue des agriculteurs et (ii) économique peut être synthétisée de la manière suivante :

		Rentabilité financière	
		oui	non
Rentabilité économique	oui	Réalisable sans intervention	Projet à aider
	non	Projet à dissuader	Non réalisable

Source : Sébastien Loubier, IRSTEA

Afin de s'assurer la solidité des résultats, nous avons appliqué la méthode de Monté-Carlo à notre analyse. Cette méthode consiste à produire un grand nombre d'analyses (1 000 dans le cas présent) qui se distinguent entre elles par la valeur aléatoire des paramètres utilisés. Les paramètres que nous avons fait varier sont :

- Les prix des produits agricoles (variation entre -20 et +20%)



- Le taux d'inflation appliqué au coût de l'énergie : 2.5% par an (variation entre 0 et 80%, soit de 2.5% à 4.5% d'inflation).

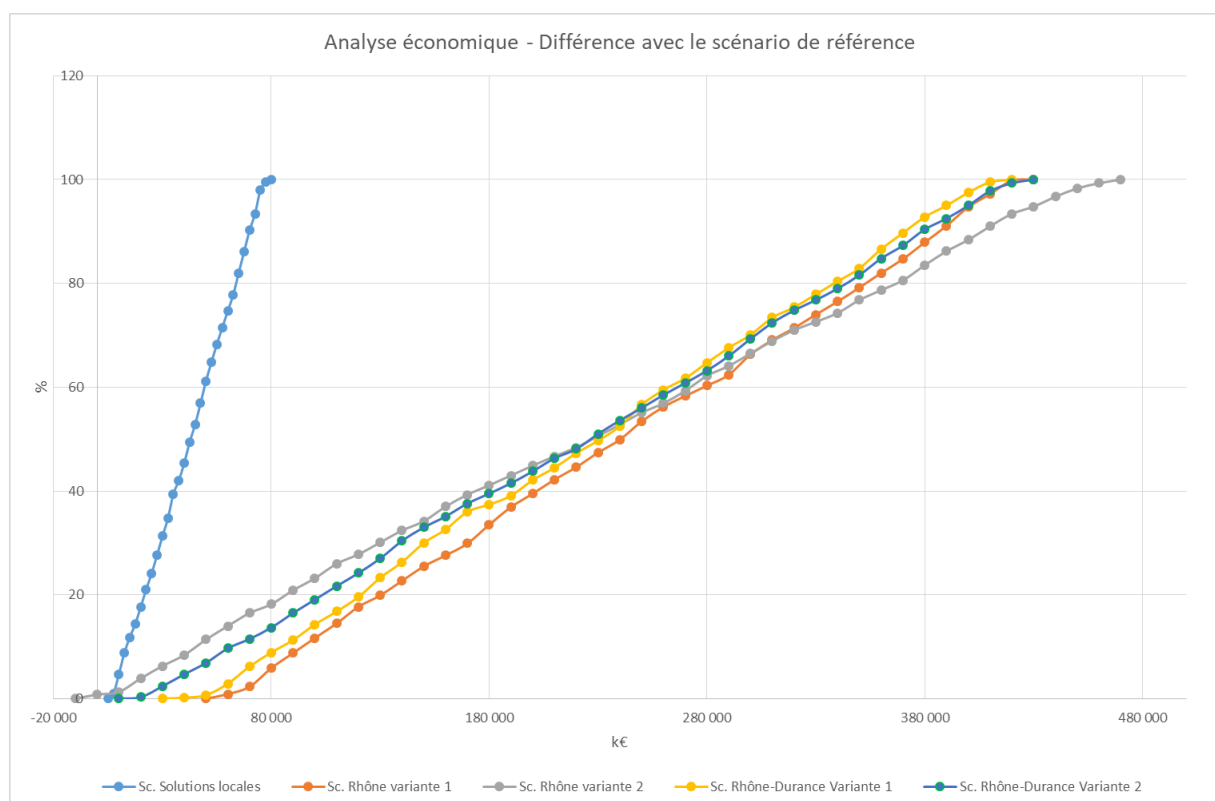
3.2 RESULTATS DES ANALYSES

Les résultats de l'analyse Monte Carlo sur la VAN économique sont les suivants :

Tableau 3-3 : VAN économique

k€	Scénario ressources locales	Scénario Rhône 1	Scénario Rhône 2	Scénario Rhône-Durance 1	Scénario Rhône -Durance 2
Moyenne	42 495	240 507	225 103	227 715	222 725
Maximum	78 291	422 829	467 555	413 949	429 438
Minimum	5 114	52 487	- 9 552	38 938	16 142
% de simulations moins intéressantes que le scénario de référence			0.8		

Figure 3-2 : Dispersion de la VAN économique par scénario



Ils mettent en évidence que tous les scénarios à l'exception du scénario Rhône variante 2 sont systématiquement plus intéressants que le scénario de référence (VAN est positive).

Le scénario solutions locales est certes plus rentable que le scénario de référence mais crée moins de valeur que les autres scénarios étudiés. En moyenne c'est le scénario Rhône variante 1 qui présente le plus d'intérêt.



Sur le plan financier, c'est-à-dire du point de vue de l'agriculteur, les résultats sont beaucoup plus contrastés. L'analyse avec un taux de subvention à 50% montre que le risque d'avoir un projet moins intéressant que le scénario de référence est très important.

Seul un taux de subvention élevé permet d'avoir des scénarios toujours plus intéressants que le scénario de référence : scénario projets locaux et scénario Rhône variante 1.

Tableau 3-4 : VAN financière – subvention à 80%

k€	Scénario ressources locales	Scénario Rhône 1	Scénario Rhône 2	Scénario Rhône-Durance	Scénario Rhône max-Durance
Moyenne	16 924	52 086	37 855	40 268	26 456
Maximum	28 546	96 901	92 098	84 571	73 294
Minimum	4 982	6 552	- 14 531	- 3 518	- 20 416
% de simulations moins intéressantes que le scénario de référence			13.7	3.8	21.2

Tableau 3-5 : VAN financière – subvention à 65%

k€	Scénario ressources locales	Scénario Rhône 1	Scénario Rhône 2	Scénario Rhône-Durance	Scénario Rhône max-Durance
Moyenne	12 114	29 705	11 885	16 861	2 588
Maximum	23 608	76 006	65 185	61 593	49 993
Minimum	66	- 14 346	- 41 707	- 26 565	- 44 017
% de simulations moins intéressantes que le scénario de référence		17.9	38.8	30.9	47.5



Figure 3-3 : Dispersion de la VAN financière par scénario pour un taux de subvention à 65%

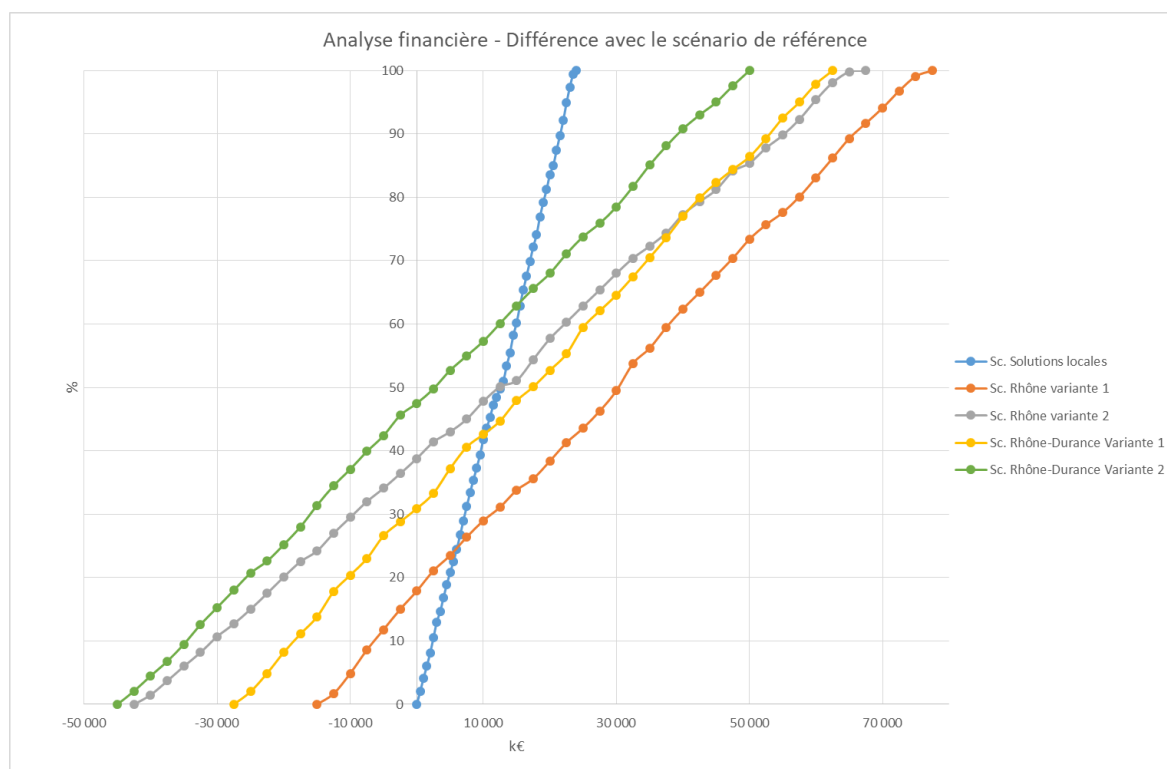


Tableau 3-6 : VAN financière – subvention à 50%

k€	Scénario ressources locales	Scénario Rhône 1	Scénario Rhône 2	Scénario Rhône-Durance	Scénario Rhône max-Durance
Moyenne	6 982	10 658	- 14 902	- 4 498	- 17 249
Maximum	18 676	55 520	38 912	38 832	27 361
Minimum	- 4 887	- 34 841	- 67 965	- 49 234	- 66 599
% de simulations moins intéressantes que le scénario de référence	20.4	38.4	63.6	55.2	66.8

Par ailleurs, cette analyse montre des résultats à l'échelle des agriculteurs de l'ensemble du territoire. Il est à noter qu'un résultat positif à cette échelle n'est pas forcément représentatif des tendances à l'échelle de chaque secteur. Le tableau ci-dessous présente les résultats par secteurs d'une simulation aléatoire et met ainsi en évidence que certains secteurs pourraient ne pas être en mesure de toujours rentabiliser l'irrigation du fait des assolements.



Tableau 3-7 : Analyse financière : global vs local

	Scénario de référence	Scénario ressources locales	Scénario Rhône 1	Scénario Rhône 2	Scénario Rhône-Durance 1	Scénario Rhône-Durance 2
VAN financière (k€)		11 812	30 903	11 716	17 525	3 000
Aygues Amont	29 375	1 148	892	-619	407	-963
Bassin de Saint-Paul 3 Chateaux	1 146	362	-1 668	-2 841	-1 875	-2 485
Dentelles	24 735	-36	-178	-279	-194	-249
Haut de Valréas	14 431	999	387	-1 732	17	-1 328
Lez moyen	3 640	-67	5 199	4 819	4 553	5 527
Mer de vigne Aygues	63 544	2 620	6 517	3 377	2 177	1 597
Ouvèze Amont	11 332	2 214	275	1 536	4 725	2 923
Ouvèze Aval	503 856	7 095	29 738	23 999	15 321	12 573
Piémont de la Lance	18 879	-6	-28	-44	542	383
Piémont Dentelles	203 747	368	53	-89	-651	-3 287
Plaine de Bollène	20 264	-803	-2 660	-4 816	-1 007	-2 453
Plaine de Piolenc	68 795	-2 062	-7 461	-11 312	-6 318	-8 971
Vallée de la Berre	3 341	-20	-163	-284	-172	-267

Résultats pour un taux de subvention de 65%, des prix des produits agricoles en situation actuelle et une inflation de 2.5% par an sur l'énergie

Les résultats statistiques par secteurs pour un taux de subvention de 65% sont présentés dans le tableau ci-dessous. Les secteurs Dentelles et Vallée de la Berre, non impactés par le projet d'investissement n'apparaissent pas.



Tableau 3-8 : Résultats par secteurs (k€)

Secteur		Scénario ressources locales	Scénario Rhône 1	Scénario Rhône 2	Scénario Rhône-Durance	Scénario Rhône max-Durance
Aygues Amont	Moyenne	1 152	902	-616	426	-981
	Maximum	1 889	1 851	-445	1 030	-464
	Minimum	407	-67	-793	-213	-1 462
Bassin de Saint-Paul 3 Chateaux	Moyenne	353	-1 644	-2 853	-1 903	-2 481
	Maximum	1 171	-1 094	-2 268	-1 301	-1 910
	Minimum	-451	-2 240	-3 413	-2 450	-3 059
Haut de Valréas	Moyenne	1 018	321	-1 788	100	-1 378
	Maximum	2 543	4 413	1 924	4 040	2 327
	Minimum	-545	-3 642	-5 383	-3 995	-4 982
Lez moyen	Moyenne	-72	3 615	4 434	4 640	5 382
	Maximum	74	13 419	17 065	12 328	17 775
	Minimum	-209	-3 015	-7 413	-3 273	-6 721
Mer de vigne Aygues	Moyenne	2 561	6 699	3 397	2 201	1 597
	Maximum	4 081	11 461	7 348	4 817	4 236
	Minimum	1 148	1 567	-605	-465	-1 048
Ouvèze Amont	Moyenne	2 313	326	1 579	4 636	3 011
	Maximum	4 038	2 095	6 865	11 436	9 612
	Minimum	392	-1 550	-3 794	-1 994	-3 788
Ouvèze Aval	Moyenne	7 139	29 769	23 904	15 443	12 483
	Maximum	11 450	49 148	43 408	27 940	25 161
	Minimum	2 704	10 289	4 551	2 805	-38
Piémont Dentelles	Moyenne	365	-29	87	-733	-3 254
	Maximum	1 701	5 450	8 485	4 962	2 324
	Minimum	-967	-5 352	-8 664	-6 259	-8 893
Plaine de Bollène	Moyenne		-2 661	-4 820	-1 011	-2 460
	Maximum		-1 953	-4 111	1 332	-103
	Minimum		-3 367	-5 520	-3 357	-4 804
Plaine de Piolenc	Moyenne	-2 055	-7 455	-11 299	-6 317	-8 978
	Maximum	-1 601	-6 596	-10 447	-6 077	-8 732
	Minimum	-2 522	-8 328	-12 181	-6 558	-9 212

Attention : ce type de résultat doit être manié avec précaution. Le fonctionnement du modèle tente de simuler une situation prospective mais reste très imparfait pour approcher la réalité du territoire. Les comportements des agriculteurs sont difficiles à anticiper et à modéliser. A titre d'exemple, des pertes sont dans certains cas artificiellement créées par le modèle : si les prix des produits agricoles sont bas, le coût de production peut être plus élevé que le bénéfice attendu. Dans la réalité un agriculteur pourrait changer de spéculation ou adapter l'itinéraire technique pour ne pas avoir de pertes. Ce type de comportement n'est pas pris en compte et dans ce cas le modèle surévalue la perte. Les résultats ne peuvent en aucun cas être pris de manière définitive mais permettent de souligner l'un des enjeux du projet : les caractéristiques micro-économiques doivent être étudiées avec attention pour assurer la durabilité de l'investissement global.



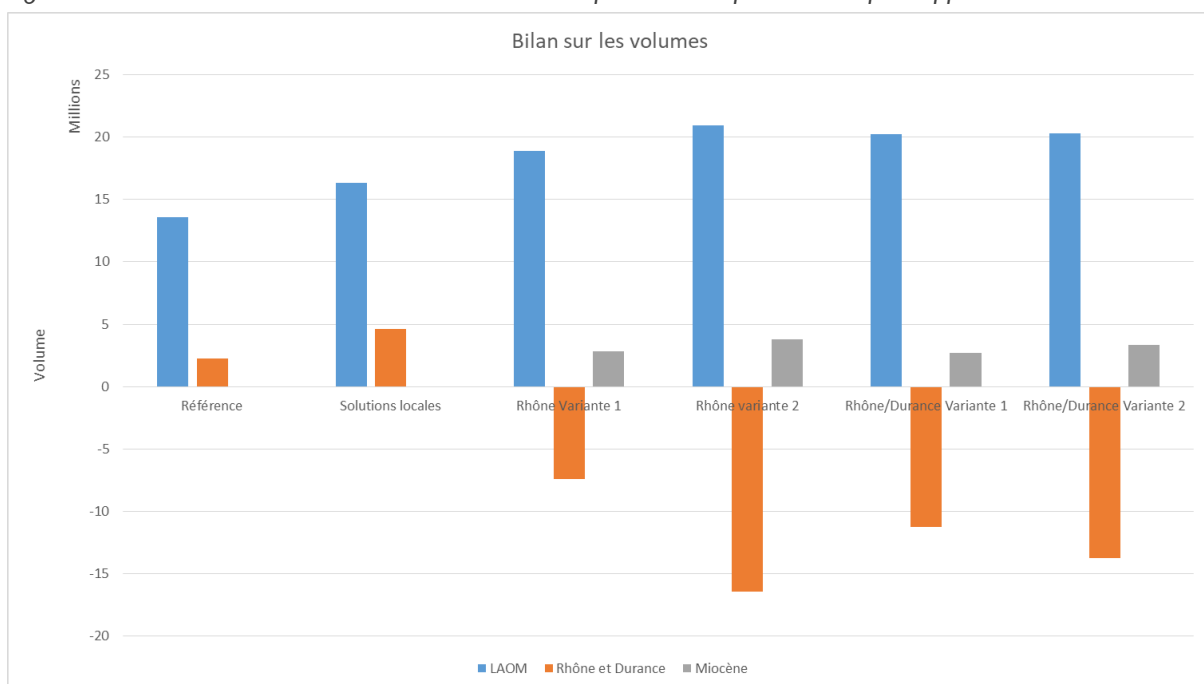
4 SYNTHÈSE DES SCÉNARIOS

Afin de finaliser l'évaluation des scénarios, il convient de rappeler les éléments suivants en complément des analyses économiques et financières :

- Les scénarios étudiés permettent de réaliser des économies d'eau importantes à l'échelle du territoire des HPR. Certes les prélèvements sur le Rhône et la Durance sont en augmentation mais ces ressources sont considérées comme « sécurisées » contrairement aux ressources en eau locales qui sont déficitaires.

Le graphique ci-dessous synthétise les bilans en eau sur le territoire et par scénario. Le scénario Rhône 2 permet de réaliser le plus d'économies d'eau à l'échelle locale.

Figure 4-1 : Bilan entre volumes économisés et nouveaux prélèvements par scénario par rapport à la situation actuelle



LAOM = Lez, Aygues, Ouvèze, Meynes

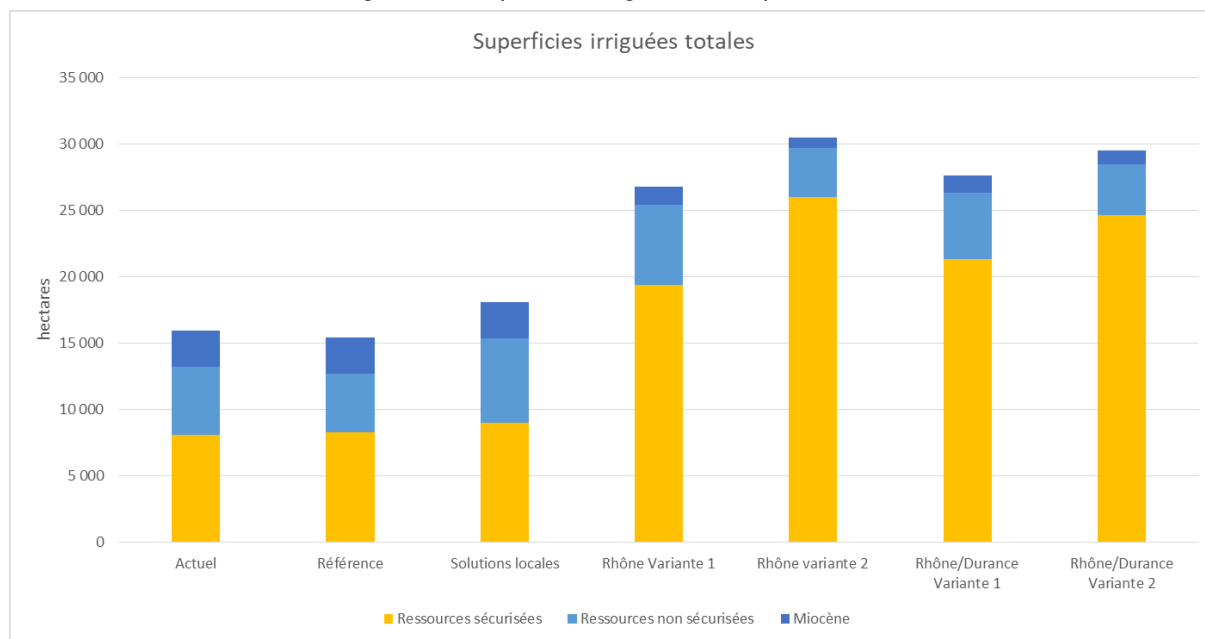
Lorsque le bilan est positif, cela signifie que la somme des prélèvements et économies d'eau sur la ressource considérée (LAOM, Miocène ou Rhône/Durance) résulte en une économie d'eau par rapport à la situation actuelle

Lorsque le bilan est négatif, cela signifie que la somme des prélèvements et économies d'eau sur la ressource considérée (LAOM, Miocène ou Rhône/Durance) résulte en des prélèvements supplémentaires par rapport à la situation actuelle

- En termes de superficies irriguées, le scénario Rhône variante 2 permet de sécuriser le plus de superficies, plus de 25 000 ha.



Figure 4-2 : Superficies irriguées totales par scénario



- Le croisement des analyses économiques et financières montre que le scénario Rhône variante 1 est le plus intéressant si le taux de subvention est moyen (65%) et si l'on tolère une part de risque d'au maximum 20%.

Tableau 4-1 : Synthèse des scénarios

Indicateurs	Scénario de référence	Scénario ressources locales	Scénario Rhône variante 1	Scénario Rhône variante 2	Scénario Rhône – Durance variante 1	Scénario Rhône – Durance variante 2
Hectares irrigués par rapport à la situation actuelle (16000 ha pour mémoire)	-504	2 115	10 820	14 513	11 670	13 533
Hectares irrigués par des ressources en eau sécurisées par rapport à la situation actuelle	148	1699	11 276	17 869	13 204	16 499
Hectares desservis par les adducteurs			11 032	17 625	12 960	16 255
Volumes économisés par rapport à la situation actuelle (Mm ³)	16.30	20.93	14.27	8.27	11.66	9.91
Volumes économisés sur LAO par rapport à la situation actuelle (Mm ³)	13.60	16.12	18.67	20.73	20.03	20.11
Volumes supplémentaires prélevés sur le Rhône (Mm ³)		1.36	13.42	20.75	10.70	13.19
Volumes supplémentaires prélevés sur la Durance (Mm ³)					4.87	4.87
Volumes substitués dans le Miocène protégé (Mm ³)			2.80	3.78	2.69	3.36
Multi-usages			x	xx	x	xx
Coût €/ha			14 800	15 000	15 000	15 900
Coût €/m ³ économisé sur ressources locales	1.55	4.34	10.18	11.90	10.70	12.18
VAN économique sur 40 ans		42 495 000	240 507 000	225 103 000	227 715 000	222 725 000



5 CONCLUSION

Avant de conclure, **il convient de rappeler que la validité des résultats est soumise à plusieurs limites**. La définition des scénarios se base ainsi sur des estimations de demande en eau. Il n'y a pas eu de recensement exhaustif et de localisation parcellaire de cette demande. Dans ces conditions, c'est une approche basée en grande partie sur des coûts d'ordre qui a été retenue. Elle ne permet pas d'identifier des différences marquées entre scénarios d'aménagement ayant des caractéristiques de base similaires (un adducteur à partir d'une ressource en eau sécurisée). Il est alors difficile d'approcher les coûts de fonctionnement et notamment les dépenses en énergie. Par ailleurs, la conception des scénarios repose sur des choix de desserte arbitraires et soulève inévitablement des questions : pourquoi ne pas desservir des secteurs plus éloignés et plus hauts ? Où arrêter la desserte ? Enfin, l'analyse économique fait intervenir de nombreux paramètres et repose par conséquent sur des hypothèses simplificatrices. Ces « raccourcis » sont inévitables à ce niveau d'étude (schéma). **Seules des études détaillées à l'échelle de secteurs et sur la base d'enquêtes de demande en eau plus précise permettraient d'asseoir les résultats.**

En dépit de ces incertitudes, l'étude de scénarios de développement hydroagricole sur le territoire des Hauts de Provence Rhodanienne a permis de mettre en évidence tout l'intérêt de s'appuyer sur des ressources en eau sécurisées (Rhône et éventuellement Durance) pour sécuriser l'activité agricole sur le territoire. Malgré des coûts significatifs (au minimum de l'ordre de 15 000 €/ha) mais cohérents, **la création de branches à partir du Rhône et de la Durance est dans la grande majorité des cas plus rentable pour la collectivité que le scénario de référence ou qu'un scénario uniquement basé sur des solutions locales**. A l'échelle individuelle, toutefois, la capacité d'une culture à valoriser l'eau d'irrigation est variable. Pour les secteurs les plus hauts et les plus éloignés, nécessitant des dépenses d'énergie importantes, la rentabilité d'un réseau est loin d'être acquise dans la mesure où le tarif pourrait être dissuasif et pénaliser les marges des exploitations. **Une subvention importante des investissements apparaît alors indispensable pour permettre la réalisation d'un des scénarios. Même avec un taux de subvention de 80%, les variantes 2 des scénarios Rhône et Rhône/Durance présentent un taux de défaillance important.**

Les scénarios Rhône Variante 1 et Rhône/Durance variante 1 apparaissent comme ceux présentant un optimum entre coûts et bénéfices. Ils permettent des économies d'eau conséquentes sur les ressources en eau locales du territoire des HPR et sécurisent respectivement environ 12 200 ha et 13 000 ha par rapport à la situation actuelle. Les coûts de fonctionnement resteraient raisonnables du fait que la desserte serait limitée en altitude. Ces scénarios « raisonnables » permettraient à la fois de répondre à une partie des enjeux du territoire et ce de manière réaliste. Ils ne sont toutefois pas exempts de difficultés. Si la création d'un adducteur au départ de Bollène ne rencontrerait en première approche pas de difficultés particulières, ce n'est pas le cas des adducteurs de la partie sud du territoire des HPR. L'urbanisation plus importante, le relief, la présence de réseaux tiers ou encore le passage de l'autoroute et de la ligne grande vitesse augmenteraient la complexité de mise en œuvre.

Au final, cette étude incite à poursuivre la définition d'un projet de territoire basé sur une desserte en eau à partir du Rhône et éventuellement à partir de la Durance pour la partie sud. Des études détaillées devront être menées pour mieux définir la demande en eau et les caractéristiques et limites des réseaux. Une articulation dans le temps entre projets locaux et les adducteurs à partir du Rhône devra être précisée. Des solutions locales peuvent être mises en œuvre dès maintenant et permettre ainsi d'augmenter la résilience de certains secteurs. Ceux-ci seront raccordés à terme aux adducteurs.

Enfin, il est important de souligner que les différentes tâches menées dans le cadre de cette étude ont permis d'enclencher une dynamique collective qui est en soi plus importante que les résultats de l'analyse. Le projet HPR ne pourra se faire qu'avec l'implication des agriculteurs.



BRL
Ingénierie



www.brl.fr/brli

*Société anonyme au capital de 3 183 349 euros
SIRET : 391 484 862 000 19 - RCS : NÎMES B 391 484 862
N° de TVA intracom : FR 35 391 484 862 000 19*

1105, avenue Pierre Mendès-France
BP 94001 - 30 001 Nîmes Cedex 5
FRANCE
Tél. : +33 (0) 4 66 87 50 85
Fax : +33 (0) 4 66 87 51 09
E-mail : brli@brl.fr