



Décembre 2000

Analyse multicritères

ETUDE DES SCENARIOS DE DERIVATION DES REJETS EDF A SAINT CHAMAS

BP 100 - 13603 AIX EN PROVENCE CEDEX 1 - FRANCE
TELEPHONE : 04 42 66 70 00 - TELECOPIEUR : 04 42 66 70 80

SOMMAIRE

1	PRINCIPES GÉNÉRAUX.....	1
2	FORMALISATION DES CRITÈRES.....	1
2.1	LES CRITÈRES.....	1
2.2	MODE D'APPRÉCIATION DES CRITÈRES.....	4
2.2.1	Les impacts environnementaux et socio-économiques	4
2.2.2	Les délais de réalisation.....	5
2.2.3	Les contraintes d'exploitation et maintenance	5
2.2.4	La complexité de réalisation.....	6
2.2.5	Le coût.....	7
3	APPRÉCIATION DES CRITÈRES POUR CHAQUE SOLUTION.....	8
4	COMPARAISON ET CHOIX DES SOLUTIONS.....	10
4.1	INTRODUCTION	10
4.2	PREMIÈRE ÉTAPE : COMPARAISON PAR FAMILLE.....	11
4.2.1	Famille 1 : Rejet vers le Rhône à Mas Thibert (solutions A et B)	11
4.2.2	Famille 2 : Rejet à l'embouchure du Rhône (solution C).....	11
4.2.3	Famille 3 : Rejet dans le Golfe de Fos (solutions D, E, F, G et H).....	12
4.2.4	Famille 4 – Rejet dans la Rade de Marseille par canal + Bolmon + tunnel du Rove	16
4.2.5	Famille 5 – Rejet en hiver dans le chenal de Caronte (Solution J).....	16
4.2.6	Famille 6 – Réduction des rejets et transfert vers le Rhône et la Durance (Solution L)	17
4.2.7	Famille 7 – Rejet à Barbenantane par conduites (Solution Q) et rejet à Barbenantane par canal et galerie (Solution R).....	17
4.3	DEUXIÈME ÉTAPE : COMPARAISON ENTRE RÉFÉRENTS.....	18
4.3.1	Comparaison entre les référents de la Famille 4 et les autres solutions restantes.....	18
4.3.2	Comparaison entre le rejet au Rhône par pompage + galerie + canal (solution C) et le rejet dans le Golfe de Fos par galerie (solution D).....	18
4.3.3	CONCLUSION.....	19
5	CONCLUSION.....	20

1 Principes généraux

L'objet de la démarche est de fournir les éléments de choix des solutions qui méritent d'être examinées de façon plus approfondie, compte tenu de leurs implications techniques, socio-économiques et environnementales respectives.

On est donc dans une démarche d'analyse multicritères, fondée sur la recherche d'indicateurs objectifs permettant une appréciation globale concertée.

Concrètement :

- La première étape consiste à formaliser les critères à prendre en compte dans l'analyse (§ 2),

- Ensuite, chaque solution fait l'objet d'une analyse selon la grille de critères adoptée (§ 3),

- Puis, par famille de solutions comparables, comparaison des solutions entre elles pour permettre d'apprécier leur hiérarchisation (§ 4.2),

- Ensuite, comparaison des solutions les plus représentatives de chaque famille de solutions afin d'aboutir au choix de trois ou quatre solutions (§ 4.3).

2 Formalisation des critères

2.1 Les critères

Les critères sont en partie le reflet des points significatifs mis en évidence lors de l'analyse technique, environnementale et socio-économique des solutions.

Ces critères sont des critères techniques, environnementaux et socio-économiques ainsi que les critères de Phase II à savoir les principes « zéro rejet, zéro contrainte ».

On retrouve ainsi :

Le principe "zéro rejet"

le principe "zéro contrainte",

ainsi que :

les impacts socioéconomiques et sur les usages,

les impacts environnementaux sur le milieu récepteur,

les impacts environnementaux sur les milieux traversés,

les délais de réalisation,
les contraintes d'exploitation et maintenance,
la complexité de réalisation,
le coût.

Ces critères recouvrent un certain nombre de sous-critères. L'appréciation globale de chaque critère découle de l'appréciation qui est faite de chacun de ces sous-critères.

- **le critère zéro rejet dans l'étang de Berre** permet d'apprécier dans quelle proportion les solutions satisfont au principe de ne rien rejeter dans l'étang de Berre,
- **le critère zéro contrainte pour EDF** va être apprécié par quatre sous-critères :

- les pertes d'énergie, liées à la perte de hauteur de chute,
- l'impact juridique sur le décret de concession,
- l'impact en terme de placement énergétique qui est lié à la souplesse d'exploitation des ouvrages existants,
- l'impact en terme de sécurité de l'alimentation régionale.

- **l'impact socio-économique et sur les usages** est apprécié au regard de cinq impacts :

- l'impact sur les loisirs qui regroupe les activités touristiques, nautiques et de loisirs,
- l'impact sur les activités agricoles,
- l'impact sur la pêche qui regroupe les activités de pêche et d'aquaculture,
- l'impact sur l'activité économique régionale,
- l'impact sur le milieu humain (nuisances travaux, bruit, effet coupure....).

- **les impacts environnementaux sur les milieux traversés et les milieux récepteurs** sont décomposés en cinq impacts :

- l'impact sur le régime des eaux qui regroupe les aspects hydrauliques et hydrologiques,
- l'impact sur la qualité des eaux,
- l'impact sur la faune,

- l'impact sur la flore,
- l'impact sur le paysage.
- les délais administratifs et d'études,
- le délai de passation des marchés et des travaux,
- le délai de mise en service.
- les contraintes d'exploitation et maintenance sont appréciées par trois sous-critères :
 - la maintenance lourde : ce sont principalement des travaux de génie civil touchant la réfection de la structure (par exemple digue qu'il faudrait venir régulièrement recharger),
 - la maintenance d'entretien : cela concerne principalement les travaux de nettoyage, curage, dragage.
 - les contraintes d'exploitation sont liées au fonctionnement de l'ouvrage, et notamment pendant les arrêts rendus nécessaires pour des opérations de maintenance.
- la complexité de réalisation est appréciée à travers trois sous-critères qui sont :
 - la nature de l'ouvrage : canal, galerie, conduite, digue ne sont pas par nature des travaux d'une complexité équivalente, notamment vis-à-vis des aléas de réalisation,
 - l'importance de l'ouvrage : on regarde ici les dimensions de l'ouvrage qui font que l'ouvrage, sera plutôt classique ou de nature exceptionnelle,
 - les conditions hydrogéologiques : sont ici regroupés la nature géologique des terrains, la présence de zones aquifères ou d'une zone urbanisée, le nombre de franchissements d'autres réseaux (autoroute, pipeline, ...).
 - le coût : il regroupe le coût d'investissement et le coût d'exploitation et maintenance, chacun étant évalué séparément (Cf Monographie des solutions - Annexe 1).

2.2 Mode d'appréciation des critères

L'objet de ce chapitre est de détailler les niveaux d'appréciation qui seront apportés sur chacun des critères et sous-critères et comment ces critères vont être appréciés.

On rappelle que chaque solution sera appréciée pour chacun des neuf critères ce qui représente 162 grilles à remplir.

L'appréciation se fait au minimum sur trois niveaux

1 faible
2 moyenne
3 forte

et souvent sur cinq niveaux
+ positive

0 nulle ou sans objet
1 faible

2 moyenne
3 forte.

A chaque niveau est associé, pour une meilleure lisibilité, un code couleur :

+	positive	bleu
0	nulle ou sans objet	vert
1	faible	jaune
2	moyenne	orange
3	forte	rouge.

2.2.1 Les impacts environnementaux et socio-économiques

L'appréciation pour chaque sous-critère est faite en regardant :

- l'impact pendant la durée des travaux,
- l'impact pendant la période d'exploitation donc sur une durée plus longue,
- la difficulté de compensation de l'impact (0 = pas de compensation, 3 = compensation difficile),
- l'étendue de l'impact (surface affectée, longueur de l'ouvrage,...).

L'appréciation des contraintes d'exploitation et de maintenance est faite à partir de la grille générale ci-après dans laquelle apparaît pour chaque sous-critère l'évaluation du degré de contrainte en fonction du type d'ouvrage.

Pour ce qui est du sous-critère de maintenance lourde, les ouvrages enterrés (galeries, conduites enterrées ou ensouillées) et les digues terrestres sont ceux qui demandent le moins d'intervention.

Les canaux, à cause des problèmes de réfection de dalles et de joints et les digues dans les étangs, à cause de leur affaissement probable sur des fondations inconsistantes, nécessitent beaucoup plus d'intervention.

La maintenance d'entretien (nettoyage, curage) se fait plus facilement pour les ouvrages de transport à l'air libre que pour les ouvrages enterrés à cause des difficultés d'accès.

La maintenance des ouvrages en siphon, véritables pièges à matériaux, est excessivement difficile.

2.2.3 Les contraintes d'exploitation et maintenance

Appréciation	Délai	Etude	Travaux	Mise en service
1		D < 3 ans	D < 6 ans	D < 3 mois
2		3 < D < 4 ans	6 < D < 8 ans	3 < D < 5 mois
3		4 ans < D	8 ans < D	5 mois < D

Pour chacun de ces délais l'appréciation sera faite de la manière suivante :

- le délai de mise en service.
- le délai de passation des marchés et des travaux,
- les délais administratifs et d'études,

Le délai sera décomposé en trois :

2.2.2 Les délais de réalisation

Chaque sous-critère fait alors l'objet d'une appréciation qui tient compte de ces quatre points.

Ces opérations peuvent entraîner des arrêts de fonctionnement des ouvrages qui induisent des contraintes d'exploitation plus ou moins fortes.

L'application de ces principes généraux, en prenant pour chaque solution le ou les types d'ouvrages concernés et les longueurs mises en œuvre, permet d'aboutir à l'évaluation de ce critère.

Grille d'évaluation

(difficulté croissante de 1 à 3 : 1 - faible, 2 - moyenne, 3 - importante)

Sous-critère	Type d'ouvrage	Appréciation	Remarques
Maintenance lourde	Canaux (Crau)	2	
	Galeries	1	
	Conduite étang	1	
	Conduite mer	1	
	Digues terrestres	1	
	Digues eau	2	
	Canaux	1	
Maintenance d'entretien	Canaux	2	
	Galeries	3	
	Bassins	2	
	Usines	3	à cause des quantités à délimoner
	Usines	2	
Contraintes d'exploitation	Siphons	3	
	Canaux	1	
	Galeries	2	
	Bassins	2	
	Usines	2	
	Siphons	3	

2.2.4 La complexité de réalisation

L'appréciation de la complexité de réalisation des solutions de cette famille est faite à partir de la grille générale ci-après, reprenant le découpage du critère dans les trois sous-critères (nature de l'ouvrage, importance de l'ouvrage, milieux traversés), et donnant par type d'ouvrage une évaluation pour chaque sous-critère.

- le coût d'investissement,

Le coût total est décomposé en deux :

2.2.5 Le coût

- 3 ouvrages à caractère exceptionnel faisant appel à des techniques de réalisation très avancées.
- 2 ouvrages de dimensions importantes mais restant réalisables avec des techniques déjà éprouvées,
- 1 ouvrages faisant appel à des techniques de réalisation classique,
- L'appréciation globale de la complexité de la réalisation sera la suivante :

Sous-critère	Type d'ouvrage	Appréciations	Remarques
Nature d'ouvrages	Canaux	1	
	Galeries	2	
	Conduites étang	2/3	
	Conduites mer	3	
	Conduites terrestres	1	
	Digues terrestres	1	
	Digues milieu eau	2	
	Canaux, galeries	2	
Importance de l'ouvrage	Galerie directe Rhône	3	très grande section
	Conduites immergées (diamètre 10 m)	3	
	Siphon	2	
	Digues	1	
	Galeries	1/2	suivant la présence d'eau
Conditions hydrogéologiques	Canaux	2	
	Conduites ensouillées	2/3	dépend de la profondeur (étang/mer)
	Digues étang	1/2	dépend de la profondeur
	Digues terres	1	
	Siphon	3	entièrement immergé

Grille d'évaluation
(difficulté croissante de 1 à 3 : 1 - faible, 2 - moyenne, 3 - importante)

Chaque solution a été appréciée au regard de chaque critère et sous-critère. Les résultats détaillés figurent en Annexe.

Le résultat global est résumé dans le tableau ci-contre.

3 Appréciation des critères pour chaque solution

- 1 : $0 < C < 4$ milliards de francs HT
 - 2 : $4 < C < 8$ milliards de francs HT
 - 3 : $C > 8$ milliards de francs HT.
- Le coût total est apprécié au final de la manière suivante :
- Chacun de ces coûts sera exprimé en coût moyen en milliards de francs HT, moyenne entre l'estimation optimiste et pessimiste.
- On ne prendra pas en compte les intérêts intercalaires ni les pertes énergétiques.
- le coût d'exploitation et maintenance.

FICHE RECAPITULATIVE POUR L'ENSEMBLE DES SOLUTIONS

	Famille 1		Fam.2	Famille 3				Famille 4		Fam 5	Fam.6	Solutions partielles				Famille 7		
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
Zéro rejet																		
Zéro contraintes																		
Impact socio-économique																		
Impact sur le milieu récepteur																		
Impact sur les milieux traversés																		
Délai de réalisation																		
Exploitation et maintenance																		
Complexité de réalisation																		
Coût																		

4 Comparaison et choix des solutions

4.1 Introduction

L'objet de cette analyse est de proposer trois ou quatre solutions qui mériteraient d'être étudiées au stade d'une étude ultérieure.

Nous rappelons que les solutions ont été réparties en deux groupes : les solutions dites « totales », qui satisfont le principe de zéro rejet dans l'étang de Berre et les solutions dites « partielles », qui sont les autres solutions (Salinisation des rejets, Exportation des limons par tankers, Alimentation de Barcelone par conduites, Parc Eolien).

Seules les solutions totales sont prises en compte dans cette comparaison, les solutions dites partielles ne répondant pas à elles seules au problème posé de l'arrêt des rejets dans l'étang de Berre.

Les solutions totales ont été regroupées par point de rejet ou par similitudes. Sept familles ont ainsi été définies :

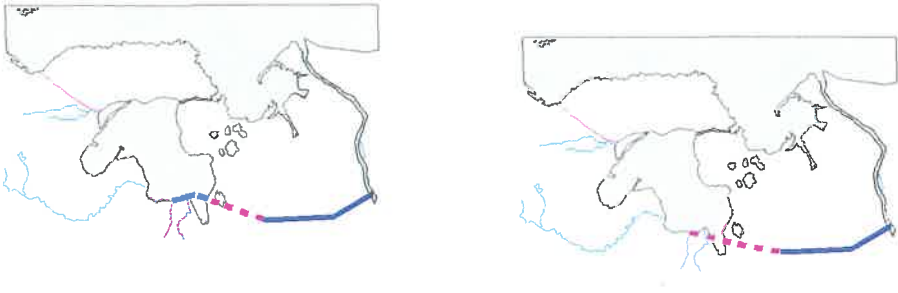
Famille	Solutions	Point de rejet
1	A et B	Rhône à Mas Thibert
2	C	Embouchure du Rhône
3	D, E, F, G et H	Golfe de Fos
4	I et J	Chenal de Caronte ou rade de Marseille
5	K	Chenal de Caronte en hiver et Rhône en été
6	L	Durance et canaux d'irrigation
7	Q et R	Rhône à Barbentane

La démarche proposée est la suivante :

- Première étape : Comparaison des solutions par famille et choix d'un ou deux référents par famille
- Deuxième étape : Comparer les référents entre eux afin de proposer les solutions qui pourraient faire l'objet d'études ultérieures.

4.2 Première étape : comparaison par famille

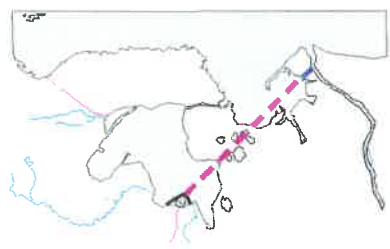
4.2.1 Famille 1 : Rejet vers le Rhône à Mas Thibert (solutions A et B)



Les deux solutions satisfont aux critères zéro rejet, zéro contrainte.

La comparaison des deux solutions critères par critères montre que seuls les critères impacts sur les milieux traversés et impacts socio-économiques diffèrent. Pour ces deux critères, la solution A recueille une meilleure appréciation, c'est donc la solution A qui est retenue comme référent dans cette famille.

4.2.2 Famille 2 : Rejet à l'embouchure du Rhône (solution C)



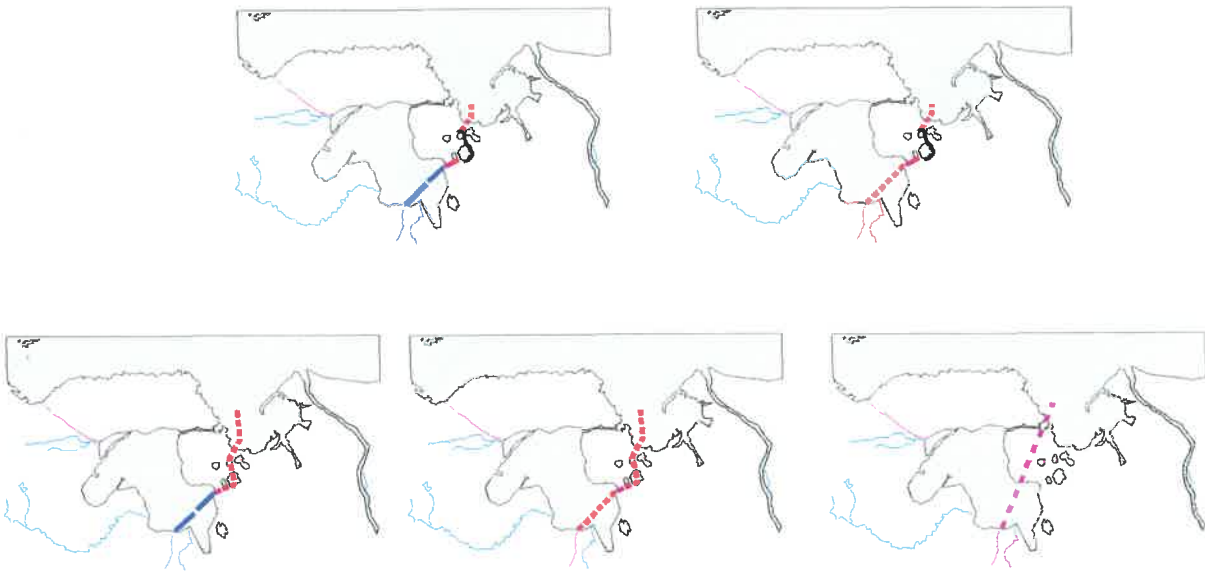
La solution satisfait aux critères zéro rejet, zéro contrainte.

La solution est seule dans sa famille, elle est donc retenue comme référent pour la suite.

4.2.3 Famille 3 : Rejet dans le Golfe de Fos (Solutions D, E, F, G et H)

Les cinq solutions satisfont aux critères zéro rejet, zéro contrainte.

En comparant les solutions deux à deux aucune des solutions n'a pour chaque critère une appréciation supérieure ou égale à une autre. Il n'est donc pas possible d'éliminer de manière évidente une de ces cinq solutions et de dégager facilement à ce stade un référent pour cette famille. Nous allons rentrer alors dans le détail de l'appréciation des critères les plus défavorables afin de comparer ces solutions.



4.2.3.1 Comparaison entre les solutions E (Rejet dans le Golfe de Fos par conduite) et F (Rejet dans le Golfe de Fos par canal+conduite)

La différence entre ces deux solutions est le moyen choisi pour la traversée de la baie de Saint-Chamas qui dans un cas (solution E) est faite par conduites ensouillées et dans l'autre cas (solution F) par un canal dans l'étang.

Les deux solutions diffèrent entre elles par les aspects techniques (complexité de réalisation et exploitation et maintenance) et par l'impact sur les milieux traversés.

La traversée par conduites (E) est délicate au point de vue technique mais reste faisable.

Les impacts sur les milieux traversés par le canal (F) sont importants et ne sont pas susceptibles d'évoluer favorablement suite à une étude plus détaillée.

Il nous a semblé que la solution E, bien que plus complexe à réaliser, est préférable à la solution F dont les impacts sont majeurs.

4.2.3.2 Comparaison entre les solutions G (Rejet dans le Golfe de Fos par conduite + étangs + conduite) et H (rejet dans le Golfe de Fos par canal + étangs + conduite)

La différence entre ces deux solutions est, comme pour les deux précédentes cas (solution G) est faite par conduites ensouillées et dans l'autre cas (solution H) par un canal dans l'étang.

Pour la même raison que pour les solutions E et F il nous semble que la solution G est préférable à la solution H.

4.2.3.3 Comparaison entre les solutions E (Rejet dans le Golfe de Fos par conduite) et G (Rejet dans le Golfe de Fos par conduite + étangs + conduite)

Ces solutions ont la même appréciation pour chacun des critères.

IMPACT SUR LE GOLFE DE FOS

C'est la même appréciation pour chacune des solutions. Cette appréciation de l'impact sur le golfe de Fos est malgré tout entaché de nombreuses incertitudes.

Il se pose en premier lieu la question de savoir s'il existe une distance critique à partir de laquelle l'impact serait faible.

Il est de même fortement probable qu'en comparant la charge des rejets avec celles des eaux du Rhône et en tenant compte de sa dynamique saisonnière, on arrive à relativiser le risque en terme de MES.

De plus, pour la solution utilisant les étangs de Lavauduc et d'Engrenier, suivant le rendement en matière de décantation de ces étangs, l'impact en terme de MES sera notablement différent. Or ce rendement, estimé dans le cadre de notre étude à 50 %, n'est pas connu avec précision.

L'appréciation de cet impact est donc susceptible d'évoluer si une étude spécifique venait à examiner plus en détail le risque réellement encouru.

Par contre, la complexité de réalisation et le coût des ouvrages de rejet en mer iront croissants avec l'augmentation de la longueur des ouvrages.

En conclusion, cet impact mériterait d'être étudié plus en détail et avant même d'être étudié on peut penser que la solution utilisant les étangs de Lavauduc (G) serait vis à vis de cet impact plus favorable que celle rejetant directement dans le Golfe sans décantation préalable (E).

Mis à part la complexité de la réalisation et le délai de réalisation les autres critères ont été appréciés au même niveau.

4.2.3.4 Comparaison entre les solutions D (Rejet dans le golfe de Fos par galerie) et G (Rejet dans le Golfe de Fos par conduite + étangs + conduite)

On compare donc une différence d'impact sur les milieux traversés et une différence d'impact sur le milieu récepteur qui nous a paru plus importante.

L'utilisation des Etangs de Lavauduc et d'Engrenier présente un faible impact environnemental mais demande que soient prises des mesures de compensation pour la société GEOSEL. Par contre leur utilisation peut potentiellement, sous réserve d'étude ultérieure, contribuer à améliorer l'impact sur le milieu récepteur de la solution G (rejet dans le golfe de Fos par conduite + étangs + conduite).

Conclusion

Les deux solutions ont été appréciées au même niveau.

L'utilisation des Etangs de Lavauduc et d'Engrenier présente de notre point de vue un faible impact environnemental mais demande que soient prises des mesures de compensation pour la société GEOSEL.

Du point de vue de ces impacts, la solution qui n'utilise pas les étangs (E) est plus favorable que la solution les utilisant (G).

IMPACT SUR LES MILIEUX TRAVERSES – IMPACT SOCIO-ECONOMIQUE

D'un point de vue technique les solutions restent équivalentes.

- soit en envisageant des solutions techniques plus favorables (faisceau de conduites, galerie...).
- soit en faisant jouer en partie un rôle de bassin de démodulation aux étangs de Lavauduc et d'Engrenier.

Nous pensons que la complexité de la réalisation de la partie maritime de la canalisation pourrait être améliorée :

La complexité de la réalisation est appréciée pour les deux solutions au même niveau. Le tronçon maritime des conduites ensouillées est en particulier jugé très délicat pour les deux solutions.

COMPLEXITE DE LA REALISATION

La solution par conduites a été jugée plus difficile à réaliser que la galerie de 18 km, le délai de réalisation de cette dernière étant jugé plus important.

DELAI DE REALISATION

Le délai de réalisation de la solution D a été estimé à 12 ans et 4 mois et celui de la solution E à 11 ans et 4 mois. Une des limites d'appréciation du délai avait été fixée à 12 ans, ce qui explique la différence d'appréciation des solutions pour ce critère. Compte tenu de la précision que nous avons à ce stade et la différence somme toute peu importante dans les délais, on peut considérer que ce critère n'est pas déterminant dans la comparaison de ces solutions.

COMPLEXITE DE REALISATION

La solution par galerie est jugée moins complexe à réaliser que la solution par conduites. Cette complexité ira cependant grandissant si le point de rejet doit se situer plus au large.

La complexité de la réalisation par conduites est cependant améliorable en envisageant des solutions techniques différentes pour la partie maritime. Les différences actuelles sur l'appréciation de la complexité de chacune des solutions pourraient donc diminuer lors d'études plus détaillées.

IMPACT SUR LE GOLFE DE FOS

De même que lors de la comparaison des solutions par conduites avec ou sans les étangs de Lavauduc et d'Engrenier (§4.2.3.3 : Comparaison entre les solutions E et G) nous concluons que cet impact mériterait d'être étudié plus en détail et, avant même d'être étudié, on peut penser que la solution utilisant les étangs de Lavauduc (G) serait vis à vis de cet impact plus favorable que celle rejetant directement dans le Golfe sans décantation préalable (D).

IMPACT SUR LES MILIEUX TRAVERSES – IMPACT SOCIO-ECONOMIQUE

Les deux solutions ont été appréciées au même niveau même s'il faut rappeler (voir ci-dessus §4.2.3.3) que l'utilisation des Etangs de Lavauduc et d'Engrenier présente un impact jugé faible et que des mesures de compensation devront être envisagées pour la société GEOSEL.

CONCLUSION

Il ne nous semble pas possible d'éliminer l'une ou l'autre de ces deux solutions à ce stade même si la complexité de la réalisation est appréciée différemment pour les deux solutions. En effet, la solution utilisant les étangs de Lavauduc et d'Engrenier est au

final susceptible de présenter par rapport à la solution D un impact du rejet dans le Golfe de Fos moindre et une complexité de réalisation comparable.

4.2.3.5 Choix du référent pour la Famille 3 (solutions D, E, F, G et H)

Une fois ces comparaisons établies (§ 4.2.3.1 G > H, § 4.2.3.2 E > F, § 4.2.3.3 G > E et § 4.2.3.4 D comparable à G) il nous reste deux référents pour cette famille, les solutions D et G qui seront comparés dans la prochaine étape avec les autres référents.

4.2.4 Famille 4 – Rejet dans la Rade de Marseille par canal + Bolmon + tunnel du Rove (Solution I) ou dans le Chenal de Caronte (Solution J)



Les deux solutions satisfont aux critères zéro rejet, zéro contrainte.

Les deux solutions sont les mêmes pour la première partie de leur tracé (canal le long des rives Nord Est de l'étang de Berre) puis différent, la solution I ayant son point de rejet dans la rade de Marseille et la solution J dans le chenal de Caronte.

Les deux solutions sont appréciées aux mêmes niveaux pour tous les critères.

IMPACT SUR LE MILIEU RECEPTEUR

La solution rejetant dans le chenal de Caronte ne rejette pas dans l'étang de Berre mais le risque de retour immédiat dans l'étang de Berre est grand. La mise en place d'un ouvrage empêchant le retour de ces rejets (comme une écluse) nous semble entraîner un certain confinement de l'étang incompatible avec l'objectif affiché de remanisation de l'étang de Berre.

L'impact sur la rade de Marseille peut être relativisé par une étude plus détaillée mais restera important.

IMPACT SUR LES MILIEUX TRAVERSES ET SUR LES USAGES

Par contre, le principe même de cette solution fait que les impacts sur les milieux traversés et les impacts sur les usages consécutifs au canal dans l'étang et au confinement des étangs de Vaine et de Bolmon ne sont pas susceptibles d'être appréciés à un niveau inférieur suite à une éventuelle étude sur ces solutions.

Choix du référent pour la famille 4

Les deux solutions ont des impacts sur les milieux récepteurs et les milieux traversés forts mais comparables. Ces impacts ne sont pas à notre avis susceptibles d'évoluer favorablement suite à une éventuelle étude plus détaillée de ces solutions.

Les deux solutions sont donc gardées comme référents pour cette famille et vont être comparés dans l'étape suivante aux autres référents.

4.2.5 Famille 5 – Rejet en hiver dans le chenal de Caronte et en été dans le Rhône par canal (Solution K)



Cette solution présente des contraintes pour EDF en été puisque l'usine de Saint Chamas est isolée, elle ne satisfait donc pas au critère de zéro contrainte pour EDF et n'est pas retenue pour la suite.

4.2.6 Famille 6 – Réduction des rejets et transfert vers le Rhône et la Durance (Solution L)



Cette solution ne satisfait pas au critère de zéro contrainte pour EDF. En effet, cette solution revient dans son principe de fonctionnement à supprimer de fait la production énergétique des usines de Salon et de Saint-Chamas. Elle n'est donc pas retenue pour la suite de l'étude.

4.2.7 Famille 7 – Rejet à Barbentane par conduites (Solution Q) et rejet à Barbentane par canal et galerie (Solution R)



Les pertes de hauteur de chute des solutions Q et R sont respectivement d'environ 35 et 24 m si l'on ne tient pas compte de l'Usine de Vallabregues qui turbine sur le Rhône en aval de Barbentane.

Ces deux solutions ont des pertes de hauteur de chute supérieure à la quinzaine de mètres, limite fixée pour satisfaire au critère de zéro contraintes pour EDF. Ces deux solutions ne sont donc pas retenues.

4.3 Deuxième étape : comparaison entre référents

4.3.1 Comparaison entre les référents de la Famille 4 et les autres solutions restantes

Les deux référents de la famille 4 sont les solution I (Rejet dans la rade de Marseille par canal + Bolmon + Tunnel du Rove) et J (rejet dans le chenal de Caronte par canal + Vaine + Bolmon + canal de marseille au Rhône).

Ces deux solutions ont des impacts sur les milieux récepteurs difficilement améliorables.

Les impacts sur les milieux traversés et sur les usages sont aussi importants et peu susceptibles d'évoluer favorablement.

De ce fait, et par comparaison avec les autres référents (ces deux solutions présentent des critères d'impacts toujours plus négatifs qu'il ne seront pas améliorés), il nous semble préférable de ne retenir aucune de ces deux solutions.

4.3.2 Comparaison entre le rejet au Rhône par pompage + galerie + canal (solution C) et le rejet dans le Golfe de Fos par galerie (solution D)

La solution se rejetant dans l'embouchure du Rhône est jugée plus complexe à réaliser mais présente un meilleur impact sur le milieu récepteur.

Critères techniques (complexité de réalisation, coût)

La solution C est la solution qui techniquement est la plus susceptible d'évoluer.

Les points les plus négatifs pour cette solution sont en effet les critères techniques et s'expliquent par le diamètre important de la galerie (12m), sa longueur (25km) ainsi que l'exploitation et maintenance du bassin servant au repompage des volumes turbinés. Les principes de fonctionnement présentent l'avantage de ne pas créer de perte de hauteur de chute pour l'usine de Saint-Chamas et l'inconvénient de devoir repomper les volumes turbinés à une hauteur d'environ 7m.

Une variante de cette solution, qui serait composée d'une seule galerie de 10 m de diamètre, à l'image de la solution D, verrait sa complexité de réalisation, son coût et son délai de réalisation être améliorés et appréciés au même niveau que la solution D,

la perte de charge restant acceptable.

En effet, cette solution variante, que nous appelleront **Cbis**, aurait pour principales caractéristiques :

- galerie de diamètre 10 m de longueur 25 km,
- coût total : 6 700 MF HT,
- pertes de charge pour $Q = 250 \text{ m}^3/\text{s}$: 14,3 m.

Notons enfin que dans le cadre d'une étude de faisabilité technique, les galeries des solutions Cbis et D pourraient faire l'objet de la même étude.

En étudiant une variante de la solution C, les appréciations des critères techniques pourraient être du même niveau.

Critères d'impact

Le rejet dans le Golfe de Fos est jugée malgré les incertitudes à son sujet plus défavorable que le rejet à l'embouchure du Rhône.

Au niveau de l'impact sur le milieu récepteur, une étude plus élaborée permettrait une meilleure appréciation des aspects positifs ou négatifs d'un rejet dans le Rhône (solution C) et de lever des incertitudes sur l'impact d'un rejet dans le Golfe de Fos (solution D).

4.3.3 CONCLUSION

Les différences d'appréciation des critères techniques et d'impact de ces deux solutions nécessiteraient une étude plus détaillée pour être mieux évaluées.

La solution D (rejet dans le golfe de Fos par galerie) pourrait, pour sa partie technique, faire l'objet de la même étude que la solution C bis (variante de la solution Rejet au Rhône par pompage + galerie + canal). L'impact d'un rejet dans le golfe de Fos pourrait être étudié lors de l'étude de la solution G (rejet dans le Golfe de Fos par conduite + étangs + conduite).

La solution C est finalement préférée à la solution D car présentant un impact sur le milieu récepteur plus favorable et car la solution D peut être étudié par ailleurs.

5 CONCLUSION

Suite aux comparaisons qui ont fait l'objet du chapitre précédents, trois solutions sont de notre point de vue susceptibles d'être retenues : les solutions « Rejet au Rhône par galerie + canal » (solution A), « Rejet au Rhône par pompage, galerie et canal » (solution C) et « Rejet dans le Golfe de Fos par conduite + étangs + conduite » (solution G).



La solution « Rejet dans le Golfe de Fos par galerie » (solution D) pourrait toujours faire l'objet d'une étude ultérieure en étudiant les aspects techniques dans le cadre de l'étude de la solution C et l'impact du rejet dans le cadre de l'étude de la solution G.

