



ÉCOLE POLYTECHNIQUE  
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

**Section de Génie Civil**  
**UE : Environnement et Génie Civil**

# **Projet Aral**

**Encadrement :**  
**Prof. A. Parriaux**  
**Prof. J.A. Hertig**  
**Prof. G. Berthoud**

**Rapport fait par les étudiants du 1<sup>er</sup> semestre de master 2006-2007**

Février 2007

## Table des matières

Table des matières .....	2
Table des figures .....	7
1 Introduction.....	9
2 Equilibre hydrologique .....	11
2.1 Le bilan hydrique .....	11
2.2 Le climat.....	12
2.3 Rééquilibrage de la mer d'Aral : .....	13
2.3.1 Détournement de l'Ob-Irtysh .....	13
2.3.2 Autres sources de prélèvement d'eau.....	14
2.3.3 Alternatives originales ! .....	16
2.3.4 Autres alternatives locales.....	16
2.4 Conclusion.....	17
2.5 Apport des SIG.....	18
3 Pêche et biosphère aquatique.....	19
3.1 Introduction .....	19
3.2 Evolution depuis 1920.....	19
3.3 Problèmes actuels .....	19
3.4 Solutions d'avenir .....	20
3.4.1 La région nord .....	20
3.4.1.1 La mer .....	20
3.4.1.2 Le fleuve.....	22
3.4.2 La région sud.....	22
3.4.2.1 La mer .....	22
3.4.2.2 Le fleuve et le delta .....	23
3.4.2.2.2 L'exemple de la Dombes.....	23
3.5 Conclusion.....	24
4 Santé et environnement.....	25
4.1 Introduction .....	25
4.2 Etat des lieux actuel.....	25
4.2.1 Les maladies présentes dans la région d'étude.....	25
4.2.2 Système de santé et aide internationale.....	26
4.2.2 Santé psychosociale.....	27
4.3 Causes des maladies .....	27

4.3.1	Liés à l'eau potable .....	27
4.3.2	Liés au sol, aux poussières et à l'air .....	28
4.3.3	Liés aux essais militaires.....	30
4.3.4	Psychosociales.....	30
4.4	Solutions.....	31
4.4.1	Court terme.....	31
4.4.2	Moyen terme .....	32
4.4.3	Long terme .....	34
4.5	Conclusion.....	34
5	Agriculture et irrigation .....	35
5.1	L'agriculture et son irrigation au sein de la problématique de la mer d'Aral .....	35
5.1.1	L'économie.....	35
5.1.2	La société.....	36
5.1.3	L'écologie.....	36
5.2	L'agriculture et ses problèmes particuliers .....	36
5.2.1	Etude du secteur agricole de la région .....	36
5.2.2	Description et état du réseau d'irrigation .....	37
5.2.3	Diagnostic et analyse des sources de problèmes, alternatives possibles.....	38
5.3	Concepts d'irrigation.....	41
5.3.1	Amélioration de l'infrastructure.....	41
5.3.2	Amélioration des cultures.....	42
5.3.2.1	Kazakhstan .....	42
5.3.2.2	Ouzbékistan.....	42
5.3.2.3	Turkménistan.....	43
5.4	Conclusion.....	44
6	Politique, économie et environnement .....	45
6.1	Introduction .....	45
6.2	Diagnostic.....	45
6.2.1	Description générale.....	45
6.2.2	Contexte politique, économique.....	46
6.2.2.1	Le problème de l'eau.....	46
6.2.2.2	Problème du coton.....	46
6.2.2.3	Politique face à la religion / Influence de l'intégrisme religieux : .....	47
6.2.3	Politique et économie face au problème de la mer d'Aral .....	47
6.2.3.1	Des politiques concurrentes et contradictoires depuis la chute de l'URSS..	47
6.2.3.2	Années 1990, premiers pas vers une concertation .....	48

6.2.3.3	Une unité renforcée dans les années 2000 .....	48
6.3	Analyse de l'Agenda 21 .....	50
6.4	Proposition de plan d'action.....	51
6.4	Proposition de plan d'action.....	52
6.4.1	Section 1: SOCIAL ET ECONOMIQUE.....	54
6.4.2	Section 2: RESSOURCES .....	54
6.4.3	Section 3: GRANDS GROUPES .....	55
6.4.4	Section 4: MOYENS .....	55
7	Ressources minérales et énergie .....	56
7.1	Ressources minérales .....	56
7.2	Ressources énergétiques.....	58
8	Paysage et tourisme .....	64
8.1	Diagnostic de l'état actuel .....	64
8.1.1	Villes touchées par le retrait de la mer .....	64
8.1.1.1	Situation démographique.....	64
8.1.1.2	Paysage et climat.....	64
8.1.1.3	Problèmes de santé.....	64
8.1.2	Tourisme dans la région de la mer d'Aral.....	64
8.1.2.1	Accessibilité à la zone d'étude .....	64
8.1.2.2	Infrastructures d'accueil existantes .....	65
8.1.2.3	Sites historiques.....	65
8.1.2.4	Autres visites .....	67
8.2	Etude du développement du tourisme .....	67
8.2.1	Définition du champ d'étude.....	67
8.2.2	Type de tourisme .....	67
8.2.3	Concepts .....	68
8.2.3.1	Premier concept.....	68
8.2.3.2	Deuxième concept.....	68
8.2.4	Analyse des propositions.....	69
8.3	Mesures à prendre .....	69
8.3.1	Sécurité.....	70
8.3.2	Politique de développement durable .....	70
8.3.2.1	Penser globalement à travers l'économie.....	70
8.3.2.2	Diversifier l'économie avec le pétrole comme amorce.....	70
8.3.2.3	Bonne intégration au marché mondial .....	71
8.3.2.4	Développer la formation.....	71

8.3.3	Intégration de la population locale .....	71
8.3.4	Information aux agences .....	71
8.3.5	Infrastructures nécessaires.....	72
8.3.5.1	Amélioration et adaptabilité de l'accessibilité .....	72
8.3.5.2	Hôtels, restaurants et autres hébergements .....	72
8.4	Conclusion.....	73
9	Transport et communication .....	74
9.1	Etat des réseaux actuels.....	74
9.1.1	Réseau routier.....	74
9.1.2	Réseau ferroviaire .....	75
9.1.3	Transport maritime .....	75
	Réseau aérien.....	75
9.1.5	Transport des hydrocarbures .....	76
9.1.6	Réseaux de télécommunications .....	76
9.2	Possibilités et coûts de développement .....	77
9.2.1	Réseau routier.....	77
9.2.1.1	Coût de construction des 2 routes Nukus-Aralsk : .....	77
9.2.1.2	Amélioration des routes AH61 et AH63 .....	78
9.2.1.3	Bilan .....	78
9.2.2	Réseau ferroviaire .....	79
9.2.2.1	Electrification des lignes existantes .....	79
9.2.2.2	Création de nouvelles liaisons.....	79
9.2.3	Infrastructures de transport aérien.....	80
9.2.4	Transport de ressources pétrolières .....	80
9.2.4.1	Projets vers la Chine : .....	81
9.2.4.1	Projets vers l'Europe .....	81
9.2.4.3	Les projets autour de la Mer d'Aral .....	81
10	Conclusion.....	82
10.1	Ne rien faire.....	82
10.2	Evacuer la population.....	82
10.3	Grands projets .....	82
10.4	Agir plus localement .....	83
11	Annexe.....	84
11.1	Tableaux, cartes et compléments .....	84
11.1.1	Coordination.....	84
11.1.2	Equilibre hydrologique.....	89

11.1.3	Pêcherie et biosphère aquatique .....	102
11.1.4	Santé et environnement .....	103
11.1.5	Agriculture et irrigation.....	133
11.1.6	Politique, économie et environnement .....	135
11.1.7	Ressources minérales et énergétiques .....	155
11.1.8	Paysage et tourisme .....	187
11.1.9	Transport et communication.....	193
11.2	Bibliographie.....	197
11.2.1	Introduction .....	197
11.2.2	Equilibre hydrologique.....	197
11.2.3	Pêcherie et biosphère aquatique .....	198
11.2.4	Santé et environnement .....	199
11.2.5	Agriculture et irrigation.....	200
11.2.6	Politique, économie et environnement .....	201
11.2.7	Ressources minérales et énergétiques .....	202
11.2.8	Ressources minérales et énergétiques .....	202
11.2.9	Transport et communication.....	203

## Table des figures

Figure 7.1 : Carte des gisements minéraux .....	58
Figure 7.2 : Carte des ressources énergétiques .....	61
Figure 7.3 : Tableau des ressources énergétiques .....	62
Figure 2.1 : Variante 1 Barrage sur l'Ob.....	89
Figure 2.2 : Variante 2 russe .....	91
Figure 2.3 : Profil topographique de la variante russe .....	92
Figure 2.4 : Variantes 3 1a-1b et 2a-2b du groupe 1 .....	92
Figure 2.5 : Profil topométrique de la variante 3 1a-1b et 2a-2b .....	92
Figure 2.6 : Alternative 1 3a-3b Pompage du lac Issyk Kul .....	93
Figure 2.7 : Profil en long de l'alternative 1 Lac Issyk Kul.....	93
Figure 2.8 : Lac Issyk kul au Kirghizstan .....	94
Figure 2.9 : Lac Issyk Kul au Kirghizstan .....	94
Figure 2.10 : Alternative 4 lac Aydarkoul (vu sur le site d'une agence de voyage) .....	95
Figure 2.11 : Schéma des réseaux d'irrigation et d'évacuation .....	95
Figure 2.12 : Fonctionnement d'une unité en parallèle de dessalement par électrodialyse.....	96
(source : <a href="http://www.lenntech.com/fran%E7ais/electrodialyse.htm">http://www.lenntech.com/fran%E7ais/electrodialyse.htm</a> ).....	96
Figure 2.13 : Alternative 5 Volga et Ob.....	98
Figure 2.14 : Alternative 5 surfaces de volumes d'eau en présence .....	98
Figure 2.15 : Projet de détournement des fleuves en URSS .....	99
Figure 2.16 : Barrage sur la grande mer d'Aral .....	100
Figure 2.17 : Barrages .....	100
Figure 2.18 : cartes .....	101
Figure 4.4 : Mortalité sur l'ensemble des pays du bassin versant de la mer d'Aral (OMS 2003) .....	111
Figure 4.7 : Dépenses pour le système sanitaire en % du PIB (OMS 2003).....	113
Tableau 4.20 : Bilan quantitatif de la pollution atmosphérique en Ouzbékistan .....	123
Tableau 4.23 : Concentration moyenne de l'air en nucléotide radioactif en 1995 dans la zone de la mer d'Aral.....	125
Figure 6.1 : Tableau récapitulatif des différentes réunions entre 1992 et 2001 .....	138
Figure 6.2 : population, surface (2006) .....	139
Figure 6.3 : Ethnies .....	139
Figure 6.4 : Religions .....	140
Figure 6.5 : Répartition spatiale des ethnies .....	141
Figure 7.4 : Chaîne du combustible nucléaire [8] .....	156

Figure 7.5 : Cycle avec Mono-recyclage de l'Uranium [8].	156
Tableau 7.6: Récapitulatif des provinces, du pourcentage de réserve, des méthodes d'extraction et des villes de provinces au Kazakhstan concernant l'uranium [7].	157
Tableau 7.7: Principaux métaux dans le bassin de la mer d'Aral	165
Tableau 7.8 : Prix et tendances des métaux sur les marchés.	166
Figure 7.9 : Evolution de la production mondiale de minerai de fer	166
Tableau 7.10 : Productions actuelles et envisagées de pétrole par le Kazakhstan	169
Figure 7.11 : Pollution et dommages naturels dans la région de la mer d'Aral	170
Figure 7.12 : Balance gaz naturel au Kazakhstan	171
Figure 7.13 : Projets de gazoducs.	172
Figure 7.14 : Carte des vents autour de la mer d'Aral	178
Figure 7.15 : Principales utilisations de la géothermie en fonction de la température	181
Tableau 7.16 : Puissance éolienne installée dans divers pays d'Europe.	182
Tableau 7.17: Prix de vente des différentes sources d'énergie	182
Tableau 7.18: Coût électricité / an des différentes énergies.	183
Figure 7.19 : Rendement, consommation et coûts des différentes énergies de chauffage	183
Tableau 7.20: Résumé des avantages et inconvénients des sources d'énergie	184
Figure 7.21 : Tableau des investissements des sociétés étrangères.	186
Figure 9.1 : Le projet Asian Highway au Kazakhstan	193
Figure 9.2 : Le projet Asian Highway en Ouzbékistan	193
Figure 9.3 : Réseau ferroviaire kazakhe (Source : <a href="http://www.railways.kz">www.railways.kz</a> )	194
Figure 9.4 : Lignes aériennes en Ouzbékistan (Source : <a href="http://www.uzairways.com">www.uzairways.com</a> )	194
Figure 9.5 : Lignes aériennes au Kazakhstan (Source : <a href="http://www.airastana.com">www.airastana.com</a> )	194
Figure 9.6 : Plan proposé d'aménagement des transports routiers, ferrés et aériens	195
Figure 9.7 : Couverture GSM au Kazakhstan (Source : <a href="http://www.telecom.kz">www.telecom.kz</a> )	195
Figure 9.8 : Lignes fixes de télécommunication au Kazakhstan (Source : <a href="http://www.telecom.kz">www.telecom.kz</a> )	196
Figure 9.9 : Transport des ressources énergétiques dans le secteur de la Mer d'Aral	196



# 1 Introduction

De tout temps, l'homme n'a cessé d'interagir avec la nature, que ce soit il y a des milliers d'années, à l'époque du chasseur cueilleur, ou, plus récemment, avec l'évolution des civilisations. Si au début, l'interaction s'est faite dans le seul but pour l'homme de survivre, il s'est vite avéré que l'industrialisation, le progrès technologique et la course effrénée au profit lui a fait oublier que cette Terre qu'il modifie, peut être sans le savoir, est beaucoup plus fragile qu'il n'y paraît.

Beaucoup de cas d'exemples valent la peine d'être cités et/ou étudiés : la désertification provoquée (en Australie, en Mongolie,...) par l'élevage extensif d'ovins et de bovins en régions arides (très souvent associé au réchauffement climatique) ; la déforestation de l'Amazonie, modèle typique d'une interaction infructueuse et irrespectueuse de l'homme envers la nature ; la pollution des nappes d'eau souterraines due aux pesticides, aux sels de déverglaçage, aux déchets humains... ; etc.

Alors depuis peu, l'homme s'est rendu compte qu'à trop jouer avec le feu, les blessures infligées deviendraient malheureusement irréparables (aussi bien au niveau de la stratosphère que de la biosphère ou de l'atmosphère). L'homme a pris conscience du poids de ses actes et s'aperçoit de la nécessité de prendre en compte, dès le départ, tous les paramètres nécessaires avant d'avancer, avec ou contre la nature. Il se met alors à réfléchir d'une autre façon ; une nouvelle variable est ajoutée à l'équation : l'environnement. Tout doit être réétudié en termes de développement durable ; l'idée est de contenter tout le monde de la manière la plus « environmentally friendly » possible. Mais si, pour ses agissements futurs, l'homme semble avoir intégré l'élément, une question subsiste : Comment réparer les préjudices commis il y a de cela plusieurs années ? Les problèmes peuvent être très complexes et intégrer de nombreuses facettes. En ajoutant à cela des phénomènes boules de neige, on comprend qu'il s'avère souvent difficile de déterminer quel est l'élément perturbateur et quelle en est la conséquence.

Afin d'illustrer toutes ces considérations, un exemple a été choisi ; il s'agit de l'histoire de la mer d'Aral. En 1960, il s'agissait encore d'une des plus grandes mers intérieures du monde, sa surface s'élevait à 66 900 km<sup>2</sup>. La mer d'Aral et sa région formaient un écosystème d'une biodiversité extraordinaire. Aujourd'hui, la surface de la mer s'est réduite d'une façon impressionnante (il ne reste plus qu'environ un quart de sa superficie), séparant finalement l'immense mer en 2 deux « lacs ». Les retombées écologiques, économiques et sociales sont terribles.

Il est bon de remonter dans le temps pour comprendre quel a été l'évènement déclencheur de cette catastrophe. En réalité, tout a commencé avec la décision de Staline de transformer cette région désertique en réserve à coton de l'Union Soviétique. Avec les années, le projet initial a pris de l'ampleur ; les deux principaux affluents (Amou-Darya et Syr Daria) ont été détournés pour irriguer près de 10 millions d'hectares de coton. Ce qui a eu pour conséquence première de chambouler complètement le bilan hydrique de la mer : moins d'apports, plus de prélèvements, autant d'évaporation (due au climat désertique). L'enchaînement est alors lancé, la salinité de l'eau augmente et rend très dur son exploitation (pêche, irrigation,...) ; la qualité de vie diminue encore : impossible de vivre de la pêche, hygiène de vie réduite quasi à néant,... ; la situation politique des pays « touchés » se dégrade avec des conflits d'intérêt. Quoi qu'il en soit, il est urgent de trouver une solution.

La question qui se pose est de savoir s'il est encore possible de rétablir le niveau initial de la mer d'Aral mais il convient en premier lieu de savoir si cela est bien nécessaire, et si le besoin prioritaire n'était pas finalement de déployer des fonds pour sauver la population...

Ce cas a été étudié par 8 groupes composés d'étudiants de l'EPFL en 4<sup>ème</sup> année de formation d'Ingénieur Civil. Chaque groupe s'est chargé d'analyser une facette bien spécifique du problème afin d'obtenir au final un rapport général très complet présentant toute la problématique du sujet et les différents plans de sauvetage possibles.

## 2 Equilibre hydrologique

### 2.1 Le bilan hydrique

Pour être en mesure de déterminer convenablement les différentes solutions d'apports d'eau vers la région de l'Aral, il est indispensable de comprendre le fonctionnement général de la zone au niveau des circulations d'eau. En considérant comme négligeable d'un côté la condensation, les apports par dissolution de sels et de minéraux et de l'autre l'embrun sur les bords de la mer et les pertes par précipitations de sels, le bilan de la Mer peut se décomposer ainsi:

$$\text{Fleuves} + \text{Précipitation} + \text{Eaux souterraines} = \text{Evaporation} + \text{Infiltrations}$$

Les deux fleuves, le Syr-Daria et l'Amou-Daria, représentent l'apport principal débouchant sur la Mer d'Aral, séparée depuis 1989 ; le Syr-Daria alimente actuellement la Petite Mer et l'Amou-Daria la Grande Mer. Ces apports fluviaux font l'objet d'une forte variabilité dans le temps et l'espace, due aux variations annuelles des températures et des précipitations, non seulement le long du lit des fleuves, mais également au niveau des massifs dans lesquels ils prennent leurs sources (le Tien-Chan pour le Syr-Daria et le Pamir afghan pour l'Amou-Daria). Selon le Prof. Renard, on remarque également que *depuis les années 60 et la mise en place des cultures intensives de coton, le débit des fleuves a chuté d'environ 60 km<sup>3</sup>/an (2/3 pour l'Amou-Daria) pour atteindre seulement 4 km<sup>3</sup>/an en 2004*. Cette diminution importante de débit a été causée par la construction de canaux d'irrigation alimentant les déserts pour les cultures. A noter que l'apport d'eau fluviale est actuellement en augmentation (15km<sup>3</sup>/an en 2006, d'après le Prof. Renard). Probablement due aux prémices du réchauffement global de la planète, la fonte accrue des glaciers dans le Tien-Chan et surtout dans le Pamir afghan est en cause.

Les précipitations sur la Mer d'Aral sont, elles aussi, fortement variables. En effet, d'après Benduhn, *les valeurs de précipitations peuvent varier dans la région entre 50 et 500 mm/an*. Cependant, des précipitations moyennes de 140mm/an (comme pour la Suisse) peuvent être considérées, *représentant, pour la mer, un apport important d'environ 8 km<sup>3</sup>/an* (Prof. P. Renard).

L'apport des eaux souterraines au bilan hydrologique est certainement le plus difficile à quantifier et ne peut cependant pas être négligé. Deux types de circulations souterraines ont lieu dans la région ; une circulation dans les aquifères de surface et une autre dans les aquifères de profondeur, se trouvant respectivement à des profondeurs de 10 à 30m et de 300 à 1000m d'après le Prof. Renard. La circulation de surface, dépendant du gradient hydraulique et de l'épaisseur des aquifères de surface, n'a qu'une influence locale sur le bilan en eau. Il est cependant intéressant de relever l'effet tampon des aquifères des deltas des fleuves. En effet, si le niveau de la mer diminue, l'eau contenue dans les couches aquifères est drainée vers la mer, atténuant la baisse du niveau d'eau. Cet effet tampon pourrait d'ailleurs être à l'origine du déphasage entre le début des grands travaux d'irrigation et la diminution observée du volume d'eau de la Mer d'Aral. En parallèle, la présence de couches épaisses d'aquifères en profondeur donne lieu à un transfert régional des eaux provenant du bassin himalayen. A cause des fortes pressions dans les aquifères confinés sous la Mer d'Aral, il se crée des nappes artésiennes au niveau des failles tectoniques. Le volume d'eau entrant dans le bilan par cet écoulement régional souterrain est, selon le Prof. Renard, de 2 à 5.5 km<sup>3</sup>/an.

L'unique flux, du côté des pertes, ayant un ordre de grandeur significatif est l'évaporation. Comme pour la condensation, elle est fonction de la saturation de l'atmosphère en vapeur d'eau et donc de la température. L'évaporation est évidemment plus importante pendant les

périodes estivales. Il faut encore mentionner que l'évaporation est favorisée dans les régions balayées par le vent, puisque celui-ci amène de l'air non saturé en vapeur d'eau. Dans le cas de la mer d'Aral, l'évaporation varie entre 1000 et 1200 mm/an selon le Prof. Renard, c'est-à-dire environ 20 km<sup>3</sup>/an, ce qui est énorme par rapport aux apports d'eau. Une propriété importante de l'évaporation est que celle-ci est d'autant plus grande que la surface d'évaporation augmente. Ainsi, à partir de ces observations, une digue (le barrage de Kokaral) a été construite et le Syr-Daria a été dévié en amont de celle-ci permettant d'atteindre un bon équilibre entre les apports fluviaux et la surface évaporatoire. On peut dire aujourd'hui que grâce à ces mesures, la Petite Mer d'Aral est sauvée.

Un autre élément du côté des pertes est l'infiltration. La mer d'Aral se trouvant au point inférieur d'un bassin sédimentaire, toutes les eaux de celui-ci confluent vers elle etature donc son sous-sol. L'infiltration est ainsi négligeable au niveau de la Mer d'Aral. Par contre, il faut relever que l'infiltration est très importante le long des fleuves qui traversent des zones désertiques (désert de Kyzyl-Kum). Ces pertes sont la cause des débits si faibles aux embouchures des fleuves en comparaison avec les débits à la source. A noter que ces pertes étaient déjà très importantes avant même l'avènement des cultures de coton et donc de l'irrigation. On remarque finalement que la construction du barrage de Kok-Aral a été efficace. Le débit du Syr-Daria étant stable depuis une vingtaine d'années, on peut dire que seul réside encore le problème de la Grande Mer dont le niveau baisse sans cesse. Cette baisse est due au débit de l'Amou-Daria qui n'est pas suffisant à sa source. De plus, on pense que le débit de l'Amou-Daria risque d'augmenter à court terme pour beaucoup diminuer à long terme, puisqu'au niveau de la source, dans le Pamir afghan, les glaciers, nombreux à l'époque, fondent à une vitesse inquiétante.

Pour essayer de sauver la Grande Mer, ou au moins de la préserver, il faudrait donc diminuer la surface évaporatoire qui est actuellement énorme. Une des solutions serait de construire une digue au niveau du delta actuel et de créer ainsi plusieurs « petites mers ». Cette solution a l'avantage de « garder » l'eau à proximité des zones habitées actuellement. Une autre solution serait de canaliser l'eau vers la zone profonde de la Grande Mer, à l'ouest. Cette solution est bonne au niveau de l'évaporation en raison de sa grande profondeur par rapport à sa faible surface évaporatoire, mais elle concentrerait l'eau dans une zone inhabitée actuellement. La mesure la plus efficace à prendre serait bien entendu, en premier lieu, de diminuer les pertes en eau le long du fleuve causées par les canaux d'irrigation mal conçus.

On voit donc que la solution à choisir dépend fortement d'une décision politique et d'intérêts économiques, qui ne parlent pas forcément en faveur de la sauvegarde de la Grande Mer. Les quelques dizaines de milliers d'habitants de la région du delta de l'Amou-Daria ne pèseraient certainement pas bien lourd face aux besoins en irrigation pour la culture du coton.

Dans le cadre de ce travail, nous nous sommes appliqués à trouver des solutions de modification du réseau hydrographique, certaines utopiques, dans le but de sauver la région de la Mer d'Aral. Toutes ces solutions devraient, bien entendu, être étudiées d'une manière approfondie au niveau des conséquences politiques, économiques, sociales et écologique. En effet, faut-il sauver à tout prix la Mer d'Aral ? Son sort n'est-il déjà pas scellé à long terme ?

## **2.2 Le climat**

La détermination du climat de la région du Touran, partie centrale de l'Asie, et plus précisément de la mer d'Aral peut se faire de manière méthodique, en évaluant indépendamment les différents paramètres, que sont les précipitations, la saturation de l'air en vapeur d'eau, la température de l'air au niveau du sol, la vitesse du vent, l'évaporation potentielle et le rayonnement solaire. Cependant, cette détermination n'est pas aisée, car les

répartitions de ces paramètres aux divers points du territoire sont très éparées et ne peuvent être prises en compte que globalement sur le territoire.

Le rapport entre les précipitations et l'évaporation potentielle détermine l'indice d'aridité. Nous constatons que les précipitations dans la région du Touran ont tendance à diminuer. Ainsi nous obtenons un climat à tendance aride s'approchant d'un climat désertique qui est caractérisé par de faibles amplitudes de températures.

L'humidité relative au-dessus de la mer d'Aral est relativement élevée (45 % en été, 20 % en hiver) et augmente le degré de saturation de l'air en vapeur d'eau. L'effet de cette saturation est une diminution de l'évaporation et donc une augmentation de la condensation. Pour les températures de l'air au niveau du sol, nous savons que sur les continents, l'atmosphère se réchauffe et se refroidit plus vite que sur les océans. Cela induit une amplitude thermique plus grande sur les continents caractéristique du climat continental. On comprend ainsi que l'océan joue un rôle de régulateur thermique et nous pouvons ainsi dire que la mer d'Aral crée un effet tampon sur la température environnante et ainsi influence ponctuellement le climat de la région du Touran, tel un « thermostat climatologique ». Avec sa disparition, cet effet tampon tend à s'affaiblir. Ainsi, toute la région s'oriente vers un climat désertique.

En parallèle, le réchauffement global de la planète a une influence encore plus néfaste sur l'assèchement de la mer car il diminue l'alimentation des affluents, par la réduction des précipitations neigeuses. Cependant, d'après l'IPCC (1990), *le changement climatique pourrait entraîner une augmentation des précipitations sur la mer caspienne avec comme conséquence un accroissement des écoulements de surface et du débit de la Volga de l'ordre de 25 à 50%, c'est-à-dire un débit supplémentaire d'eau douce de 100km<sup>3</sup>/an pouvant être reversé dans la mer d'Aral et ainsi revenir à son niveau de 1960. Rappelons tout de même qu'il ne s'agit que d'hypothèses non vérifiables pour l'instant, et donc incertaines.*

A cela s'ajoute l'effet des vents extrêmes et les tempêtes de sable qui sont de plus en plus fréquentes. La vitesse des vents est en moyenne relativement stable, environ 5 m/s, mais ses origines varient en fonction des saisons. Le manque de végétation actuelle, en partie dû à l'assèchement, additionné aux grandes étendues de sable déjà existantes ne permettent pas de freiner les vents qui, de plus en plus stérilisent progressivement les terres cultivables et assèchent les rivages en emportant de grandes quantités de sel et de sable sur de longues distances.

Le bilan nous amène les paramètres nécessaires à la détermination du climat. Comme le climat du petit périmètre de l'Aral est influencé par la présence de la mer (climat continental), sa disparition amènerait un climat désertique sur une grande partie de l'Asie centrale. Ainsi, pour remédier à ce changement climatique local, des variantes d'apports en eau vers la mer d'Aral sont nécessaires. Le chapitre suivant sera consacré à l'étude des variantes de rééquilibrage de la mer d'Aral.

## **2.3 Rééquilibrage de la mer d'Aral :**

La mer d'Aral va, de toute manière, finir par s'épuiser. Nous allons donc aborder le rééquilibrage de cette mer intérieure avec comme objectif principal de l'utiliser encore pendant deux siècles. Toutes les conclusions que nous ferons sur les différents aménagements considérés seront établies pour cette durée d'exploitation de la petite mer d'Aral.

### **2.3.1 Détournement de l'Ob-Irtysh**

Le fleuve Ob est un fleuve qui prend sa source, comme son principal affluent, l'Irtysh, sur les versants nord de l'Altaï (Sud Ouest de Sibérie). De là, il s'écoule vers le nord ouest, où il

rencontre l'Irtysh, poursuit vers le nord en traversant l'immense plaine de Sibérie pour ensuite se jeter dans l'océan arctique. Sa longueur est d'environ 3700 km. Son débit moyen est de 385 km<sup>3</sup>/an. Son cours d'eau permet le transport du bois de construction et des céréales. Près de sa source est implantée une centrale hydroélectrique. L'Irtysh s'écoule en partie sur une plaine uniformément plate, comme l'un de ses affluents, le Tobol. Ce profil longitudinal faible de l'Irtych et de ses affluents entraîne un régime hydrographique très particulier avec des problèmes d'écoulement des eaux impossibles à résoudre.

L'alternative de détournement de grands fleuves de Sibérie a été examinée sous l'ère soviétique. De nombreuses variantes de détournement du fleuve Ob ont été conçues. La plupart nécessitent d'immenses travaux d'aménagement et demandent une importante énergie pour leur exploitation. Nous allons en présenter certaines :

Variante 1 (cf. figure 2.1 dans l'Annexe) : L'idée serait de construire un immense barrage sur l'Ob qui permettrait de remonter le niveau d'eau et ainsi de faire descendre l'eau par gravité jusqu'à la mer d'Aral. Ou, au moins, ne pas avoir à pomper autant d'eau que dans la variante 2. De plus, le barrage sur l'Ob permettrait de produire de l'électricité. Le problème de ce projet est qu'il serait titanesque. Le bassin de retenue serait plus grand que la mer d'Aral (ordre de grandeur d'un volume de 30 milles km<sup>3</sup>). De plus, il engendrerait des déplacements de population par ennoisement de territoire. Le remplissage du bassin prendrait beaucoup de temps (ordre de grandeur : 1 siècle). La mer d'Aral serait probablement déjà asséchée lorsque l'eau pourra être amenée jusqu'à la mer par gravité. De plus, due à la fonte plus rapide des glaciers, nous ne sommes pas en mesure de prévoir si on pourra encore prélever beaucoup d'eau de l'Ob dans 50, 100 ans, voire 200 ans.

Variante 2 : Détournement du fleuve Ob (cf. Annexe pour détails)

Variante 3 (cf. figures 2.4 & 2.5 dans l'Annexe)<sup>1</sup> : Nous avons étudié une variante où on détourne l'Ob à un endroit différent de celui proposé par les variantes 1 & 2 dans l'objectif de pouvoir profiter d'un écoulement gravitaire. Il s'agit de détourner une partie de l'Ob depuis un endroit plus proche de sa source. Mais en effectuant différents profils en long de coupes partant de l'amont du fleuve, on se rend compte que l'on a un relief plus important à franchir que dans la variante 2, que l'altitude que l'on gagne en partant à l'amont est minime (environ 20 m pour un canal d'environ 2500 km), car l'Ob est un fleuve dont le lit a une pente très faible. De plus, on n'arrive plus à garantir le débit de 20km<sup>3</sup>/an pour arriver à un remplissage de la petite mer.

### 2.3.2 Autres sources de prélèvement d'eau

Alternative 1 (cf. figures 2.6 & 2.7 dans l'Annexe)<sup>2,3</sup> : Les contraintes pour amener de l'eau depuis l'Ob étant trop importantes, il faut rechercher des alternatives pour remédier à ce changement climatique local dû à la diminution du volume de la mer d'Aral. Une idée est de créer un canal depuis le lac Issyk Kul entièrement situé au Kirghizstan. Il se situe à une altitude de 1'600 m et contient un volume de 16'000 km<sup>3</sup> d'eau. C'est un lac assez profond : 702 m environ pour une surface de 1'600 km<sup>2</sup>. Si l'on regarde le profil en long du tracé de cette alternative, on se rend compte qu'une variante gravitaire pourrait être envisagée en raccordant le lac à la mer par l'intermédiaire de la rivière Tchou, un ancien affluent de l'Aral. De plus, la pente sur les cents premiers kilomètres nous fait penser qu'un turbinage de cette eau permettrait de produire de l'électricité. Néanmoins, nous faisons face à un problème majeur : ce lac n'a aucun exutoire (excepté les infiltrations). Aucun cours d'eau n'en ressort,

<sup>1</sup> Bases de données trouvées sur Internet avec l'aide de l'assistant pour l'obtention des figures.

en effet, du lac. L'équilibre se fait avec l'évaporation à la surface du lac. Le prélèvement d'eau sur ce lac ne ferait donc que vider ce dernier pour aider à stabiliser la mer d'Aral.

Ensuite, il y aurait aussi un problème politique car on voit mal les Kirghizes accepter cette idée dans cette région actuellement très instable politiquement. Le lac Issyk Kul ne gèle jamais malgré l'altitude donc un éventuel pompage ne serait pas interrompu sinon on devrait en tenir compte dans le bilan économique de l'opération. Ce pompage devrait se faire de manière à éviter la disparition de l'écosystème tout en respectant le débit entrant dans le lac des quelques 80 ruisseaux et petites rivières et l'évaporation. Actuellement ce lac a un potentiel touristique énorme auprès des Kirghizes, des Russes et des Kazakhs. Et il est considéré comme une mer par le Kazakhstan et le Kirghizstan. Son pompage éventuel dans des conditions durables pourrait priver le Kirghizstan de revenus non négligeables. (Cf. figures 2.8 & 2.9 dans l'Annexe). Enfin, la disparition du lac pourrait provoquer des changements climatiques dans la région et perturber l'écosystème indigène. On ne ferait que déplacer le problème actuel de la mer d'Aral vers le Kirghizstan.

Alternative 2 : Ici on se propose de prélever 20 km<sup>3</sup>/an de la Volga, un fleuve navigable qui arrose plus d'un tiers de la Russie européenne. Le débit prélevé serait transféré à la mer d'Aral par le biais de divers aménagements hydrauliques : un barrage en guise de retenue pour ensuite guider l'eau de façon gravitaire entre deux digues parallèles vers la mer intérieure. Le tracé traverserait des zones karstiques et calcaires, ce qui fait que les pertes pourraient être assez importantes. De plus, l'eau transportée pourrait être aussi contaminée par les sels du substratum ce qui ne ferait qu'augmenter la salinité déjà importante de la mer d'Aral avec toutes les conséquences sociales que cela impliquerait.

La Volga permet d'alimenter la mer Caspienne. Le détournement d'une partie de ses eaux actuellement pourrait être préjudiciable au niveau d'eau de cette mer. Même si la hauteur d'eau de cette dernière monte actuellement, (un éventuel prélèvement pourrait être d'actualité) on sait qu'elle a beaucoup fluctué au cours de son histoire. Il y a 50 ans, on cherchait des solutions pour sauver la mer Caspienne ! Il serait donc préférable de ne pas toucher à ce fleuve au vu de l'historique hydrologique du bassin versant environnant.

Alternative 3 : Dans la région s'étendant du Pamir à la mer d'Aral se trouve un aquifère souterrain dont le débit est estimé à environ 4 km<sup>3</sup>/an. Cet aquifère se compose de deux couches. Afin de réalimenter la mer d'Aral, la couche profonde, datant du Crétacé, possède un gradient hydraulique suffisant permettant la création de puits artésiens à travers les failles tectoniques se trouvant sous la mer. Ainsi, ces puits permettraient un grand apport d'eau à court terme. Cependant, cette eau s'accumulerait principalement dans la grande mer ce qui augmenterait à nouveau sa surface et donc son évaporation. En conclusion, cet apport d'eau serait quasi nul à moyen et long terme.

Alternative 4 (cf. figure 2.11 dans l'Annexe) : L'eau qui est utilisée pour l'irrigation des cultures, lorsqu'elle devient trop salée, et donc inappropriée à ceci, est évacuée par un second réseau de drainage vers deux dépressions principales. Il s'agit de deux lacs artificiels qui jouaient le rôle d'« égouts ». Ce sont les lacs Sary-Kamysh possédant une surface de 800 km<sup>2</sup> en Turkménistan et Aydar-Koul de 1050 km<sup>2</sup> en Ouzbékistan. Une solution serait donc de « désaliniser » cette eau pour la réutiliser.

Il existe diverses méthodes<sup>4</sup> pour traiter l'eau qui nécessitent des quantités d'énergie et des installations différentes. De plus, la méthode choisie et la quantité d'énergie utile dépendent de la quantité de sel présente dans l'eau. On peut citer, entre autres, la distillation, l'osmose

---

<sup>2</sup> Bases de données trouvées sur Internet avec l'aide de l'assistant pour l'obtention des figures.

<sup>3</sup> Livre « Aral », Letolle & Mainguet, P 231

<sup>4</sup> Pour plus d'informations sur les différentes techniques de désalinisation voir l'Annexe

inverse, l'électrodialyse, la nanofiltration. Il existe encore d'autres méthodes de désalinisation, mais elles sont en général basées sur les mêmes principes que les méthodes précitées. La méthode la plus utilisée est certainement l'osmose inverse, car elle est une des plus économiques. L'électrodialyse semble aussi être intéressante, même au niveau économique, mais pour l'instant, elle est moins développée que l'osmose inverse. Au niveau des coûts, une fois que l'installation est construite, l'osmose inverse demande 0,15\$ par m<sup>3</sup> (borne inférieure)<sup>5</sup>. D'après les informations d'un site<sup>6</sup>, le coût de l'eau de mer dessalée varie entre 0,5 et 3 €/m<sup>3</sup>.

Il serait donc possible de désaliniser l'eau récupérée après l'irrigation des cultures, mais cela demanderait, en plus des frais d'installations de départ, une certaine quantité d'énergie tout au long de la production d'eau dessalée qu'il faut assurer. Et si l'on peut disposer de cette énergie, il faudrait encore la payer....Vu l'énorme quantité d'eau salée à traiter cela reviendrait excessivement cher surtout si on doit, dans le même temps, satisfaire aux normes de l'OMS pour ce genre d'opération.

Actuellement, d'après nos recherches sur l'Internet, beaucoup d'agences de voyage proposent des balades découvertes autour du lac Aydar-Koul situé en Ouzbékistan (Cf. figure 2.10 de l'Annexe). Réaffecter son eau à une autre utilisation, en dehors du pays, pourrait déstabiliser la région sur plusieurs plans.

#### Alternative 5 : Détournement de la Volga et de l'Ob (Cf. Annexe pour détails)

*Conclusion partielle* : Sur ces différentes variantes, aucune n'est véritablement réalisable. Toutes font face à des contraintes trop importantes pour justifier le projet de détournement de fleuves sibériens (Cf. figure 2.15 dans l'Annexe pour d'autres projets de l'ère soviétique). La plupart s'inspirent des erreurs des ingénieurs soviétiques enfermés dans leur utopie. Nous craignons aussi que l'eau détournée soit utilisée à des fins d'irrigation. On se retrouverait, une nouvelle fois, avec un débit faible à l'arrivée à la Mer d'Aral. La grande mer d'Aral doit être abandonnée car elle possède une surface beaucoup plus importante pour une hauteur d'eau très faible de sorte que les pertes par évaporation soient très importantes. Par conséquent, les efforts financiers consentis risquent d'être anéantis par ces énormes pertes. L'objectif étant de trouver un moyen pour amener de l'eau à cette mer, par des apports plus appropriés, nous pensons que l'alternative d'une amélioration de l'irrigation en contrôlant la distribution économique de l'eau dans le réseau, constitue une meilleure solution.

Nous avons donc écarté le détournement de l'Ob et des autres fleuves car toutes les variantes étudiées ont des conséquences sociales et écologiques non négligeables surtout couplées avec leur coût prohibitif pour des résultats absolument aléatoires. Par conséquent, nous n'analyserons plus l'effet du détournement sur l'Ob dans la suite du projet.

### **2.3.3 Alternatives originales !<sup>7</sup>**

### **2.3.4 Autres alternatives locales**

*Barrage sur le delta de l'Amou Darya (cf. figure 2.16 dans l'Annexe)* : A l'instar du barrage de Kokaral, ce barrage permettrait de concentrer l'eau dans la partie sud de la Grande Mer afin de la mettre à disposition de la population de Muynak. On pourrait donc espérer des changements significatifs tels ceux observés au nord, dans la zone d'Aralsk et du barrage de Kokaral, c'est-à-dire une augmentation du niveau d'eau, la réintroduction d'espèces de

<sup>5</sup> <http://www.franceisrael.info/articles.php?id=320&rub=7>

<sup>6</sup> <http://mshades.free.fr/isentropiques/dessalement.html>

<sup>7</sup> Le contenu de ce chapitre est donné dans l'Annexe



poissons, la reprise de l'activité piscicole, le rapprochement de la mer vers la ville d'Araslk et une légère amélioration climatique.

Mais le point noir de ce projet serait la longueur du barrage (en rouge) !

*Autre barrage (cf. figure 2.17 dans l'Annexe) :* Cet autre barrage permettrait de sauvegarder la partie ouest de la mer qui est la plus profonde mais aussi la moins grande en surface, et qui, du coup, est la moins sujette à l'évaporation.

Cette solution comporte des points négatifs. D'une part, il faudrait déplacer la population de Muynak (point rouge sur la carte) vers le nord-ouest. Imaginez les problèmes que comporte le déplacement de personnes qui sont attachées à leurs terres... Et deuxièmement, il faudrait détourner l'Amou Darya pour qu'il continue d'alimenter cette partie de la mer.

Les barrages resteraient tout de même de très longs ouvrages.

## 2.4 Conclusion

Nous avons vu, au cours des précédents chapitres, que le remplissage de la mer d'Aral au travers des différentes variantes abordées n'était pas viable du point de vue économique, social, écologique et/ou politique.

**Tableau de synthèse des variantes**

Variante proposée	Impact technico-économique	Impact social	Impact écologique	Impact politique
Barrage sur l'Ob	XX	XXX	XXX	X
Projet Russe sur l'Ob	XXX	X	X	XXX
Détournement à la source de l'Ob	XXX	X	X	XXX
Prélèvement dans le lac Issyk Kul	XX			XXX
Détournement Volga & Ob	XXX			XXX
Puits pour pomper dans l'aquifère	XXX	X	XXX	
Traiter l'eau salée	XXX		XXX	
Flux nuageux	XXX	XXX	XXX	XXX
Laisser la grande mer s'assécher				
Organiser le réseau d'irrigation	X	X	X	XXX

X	Très faible impact
XX	Impact moyen
XXX	Fort impact

De notre point de vue, la meilleure solution serait de sauver ce qu'il reste de la mer, en agissant à un niveau plus local, plutôt que s'efforcer à restituer à la mer son visage d'antan.

Un exemple flagrant de réussite est le barrage de Kokaral. Il a permis à la Petite Mer d'augmenter son niveau d'eau (jusqu'à 38 mètres). Ainsi, en 2006, plusieurs espèces de poissons ont pu être réintroduites dans la Petite Mer et la pêche a pu reprendre. Autrefois

éloigné de 100 kilomètres, le port d'Aralsk ne se trouve plus qu'à 25 mètres du rivage. Le microclimat y a même changé.

Il faudrait donc privilégier le sauvetage de la Grande Mer en agissant sur l'eau qui s'y trouve. Les deux solutions à étudier ont été abordées dans des chapitres ultérieurs. Mais à cela, il faudrait ajouter un certain nombre de mesures politiques visant à réduire le volume d'eau utilisé pour l'irrigation. La solution serait un système d'irrigation au goutte à goutte. Un certain volume d'eau serait alloué gratuitement aux agriculteurs puis le surplus utilisé leur serait facturé au prix fort. Mais cette problématique sera étudiée en détail dans un prochain chapitre de ce rapport...

Les solutions existent donc. Mais, en qualité de personnes, d'humains, nous devons nous questionner sur le bien fondé du sauvetage de la mer d'Aral. Nous, ingénieurs, n'allons nous pas plonger les pays concernés dans des crises économiques à cause de nos beaux ouvrages d'art qu'il faudra payer et, surtout, entretenir ?

Mais réfléchissons encore un peu plus loin dans le temps... Est-ce que la Nature ne va-t-elle pas reprendre le dessus et continuer le processus de dessèchement de la mer malgré tous les efforts entrepris ?

Le recul de la mer a mis à jour des vestiges archéologiques anciens qui nous démontrent que la mer n'a pas toujours existé telle que nous la connaissons en 1960. La tectonique locale y a grandement contribué. Le basculement des plaques dans la zone de la mer d'Aral a fait, tour à tour, apparaître et disparaître la mer ainsi que d'autres grands lacs au cours de l'évolution de la Terre. Il faut pourtant se replacer dans une échelle de temps humaine mais sans oublier que mère Nature a son mot à dire. (cf. figure 2.18 dans l'Annexe)

Le réchauffement global va, dans le cas où il perdure, faire fondre les glaciers et les neiges éternelles de la chaîne des Pamir et ainsi tarir l'Amou-Darya et le Syr-Darya.

Ce sont là des questions auxquelles les autorités compétentes doivent mûrement réfléchir avant de se lancer dans des projets de grande envergure.

## **2.5 Apport des SIG**

L'utilisation des SIG dans l'ensemble de ce chapitre peut être d'une grande utilité et permettre un gain considérable de temps. Les principaux outils SIG utiles sont l'acquisition de données afin de gérer une structure de données spatio-temporelle, la gestion de la topographie, la géostatistique, l'algèbre des cartes, l'analyse spatiale, les moyens de visualisation, etc. Cependant, comme nous ne disposons pas des logiciels nécessaires (ArcMap et ArcView), nous n'avons que très peu utilisé ces données SIG.

Tout outil SIG nécessite une base de données représentatives et précises. Dans le cas de la mer d'Aral, depuis la chute de l'URSS, ces données devraient être complétées et mises en corrélation avec les méthodes d'acquisition actuelles. Pour réellement être efficace, les moyens d'acquisition et économiques nécessaires sont probablement trop lourds en comparaison avec les apports possibles de telles méthodes. Ainsi, les outils disponibles actuellement par GPS (données spatiale et gestion de la topographie) peuvent être considérés comme suffisants pour une région si peu peuplée.

Cependant, le site ouzbek [www.water.freenet.uz](http://www.water.freenet.uz), propose une base de données sur de nombreux paramètres hydrologiques. Ainsi, nous pourrions imaginer associer ces mesures à des données spatiales et temporelles afin d'obtenir une base d'informations performantes, notamment utilisables pour une analyse hydrologique détaillée.

## **3 Pêche et biosphère aquatique**

### **3.1 Introduction**

La mer d'Aral, contrairement à d'autres mers fermées, connaît peu d'espèces aquatiques indigènes. Dès le début du 20<sup>ème</sup> siècle, des introductions d'espèces vont être entreprises afin de propulser les activités de pêche à un niveau international. Le secteur de la pêche connaîtra alors une période prospère. À partir des années 1960 l'irrigation intensive provoque la dessiccation de la mer d'Aral. La salinité de l'eau augmente et la profondeur diminue, décimant progressivement une grande partie de la biosphère aquatique.

Dans ce projet de développement durable visant à relancer les activités de pêche, nous avons choisi de rappeler dans un tableau chronologique, la succession des événements, depuis le début du 20<sup>ème</sup> siècle, ayant trait à l'évolution de la biosphère aquatique, à la pêche et à la mise en place de la digue de Kokaral. Nous rappellerons brièvement quels sont les problèmes qui ne permettent pas à l'heure actuelle une reprise des activités de pêche de manière stable. Mais nous nous pencherons principalement sur les perspectives d'avenir du secteur de la pêche par secteurs géographiques. Ainsi nous pourrions considérer les besoins et les spécificités de chaque région.

### **3.2 Evolution depuis 1920**

Pour permettre une bonne représentation de l'évolution de la pêche et des écosystèmes aquatiques dans la mer d'Aral, nous l'avons représenté sous forme d'un tableau disponible en annexe.

### **3.3 Problèmes actuels**

La pêche est une industrie importante. Particulièrement dans le delta de l'Amu Darya dans lequel on retrouve traditionnellement deux types d'emplois : pêcheur ou ouvrier dans des entreprises d'exploitation des produits de pêche. Autant dire que sans poisson, il n'y a pas de vie dans ce delta. Ainsi, depuis plusieurs dizaines d'années, la situation est difficile du fait du manque de ressources halieutiques.

Un problème majeur est la quantité d'eau. Pour la mer du nord, le niveau d'eau est géré grâce au barrage mis en place à Kokaral. Le niveau d'eau de la mer du sud, quant à lui, est toujours en train de s'abaisser. En ce qui concerne les deltas, la quantité d'eau, mais aussi l'irrégularité des débits constituent un problème majeur. Les actuelles fluctuations du volume d'eau et du débit ne correspondent pas au cycle annuel normalement observé sur cette région. Ces changements ne répondent pas aux besoins des poissons et leur reproduction devient difficile.

La qualité de l'eau a, elle aussi, une importance primordiale. La salinité est anormalement élevée, mais la quantité de polluants provenant de l'agriculture est aussi effrayante. Les pesticides et engrais utilisés viennent charger les fleuves. La situation s'est déjà améliorée, mais la pollution est encore élevée par endroit.

La biodiversité souffre de ces différents facteurs de déséquilibre. Les espèces survivant à ces agressions sont rares et la quantité en biomasse reste faible. La biosphère aquatique et sa diversité sont très dépendantes du milieu dans lequel elles évoluent. Le retour à une biosphère stable nécessite donc une amélioration des conditions de vie, ceci passe par la résolution des problèmes cités.

## **3.4 Solutions d'avenir**

### **3.4.1 La région nord**

#### **3.4.1.1 La mer**

##### **3.4.1.1.1 Le barrage KOKARAL**

Le biologiste N.ALADIN, fût le premier à étudier l'évolution des biotopes dans la mer d'Aral, il suggéra dès 1980 l'édification d'une digue entre l'île de KOKARAL et la rive Est, afin de maintenir le niveau d'eau constant dans la mer du Nord, par l'apport du Syr Daria.

En 1992, avec la régression de la mer, le Berg se réduit à 5km de long, 200m de large, et 2m de fond, cela devient un canal. Les autorités ont alors essayé de maintenir l'eau dans la mer nord, en faisant tout d'abord une petite digue dans le canal du Berg, mais celle-ci n'a pas tenu.

En août, le district d'Aralsk, avec un budget de 2 millions de dollars, construit la première digue entre les deux mers : 13 km de long et 4m de hauteur, en remblais de sable et de roseau. Les études préalables furent de très mauvaise qualité, la percolation à travers le barrage était très forte, environ 10%. Elle maintient tout de même le niveau d'eau 13m en dessous du niveau initial. Après différentes tentatives de renforcement infructueuses, le district se rend compte qu'il aura besoin de davantage de subvention, s'il veut conserver ce barrage en état. En 1998, se crée la Fondation International pour la Sauvegarde de la Mer d'Aral, qui cherche à réunir des fonds pour construire un barrage plus adapté à l'ampleur de la situation.

Durant la tempête de Mai 2002, la digue lâche sur plus d'un kilomètre. En cinq jours, l'écoulement atteint la mer du Sud. En 4 mois, le niveau d'eau de la mer du Nord baisse de 2,5m. La situation est déclarée catastrophe écologique.

En 2003, le projet repart « à zéro » avec des aides de :

- La banque mondiale : 62 millions de dollars
- Le gouvernement du Koweït : 28 millions de dollars
- Le gouvernement du Kazakhstan : 21,3 millions de dollars

Les travaux sont confiés à une entreprise Chinoise et une entreprise Russe.

Les réparations et renforcements commencent au printemps 2004, l'eau commence à remonter dès l'automne, avec un débit de 3 km<sup>3</sup> par année, ce qui est à considérer comme un succès.

### **Aspect technique**

La première digue était un barrage en remblais, ce qui était un bon choix pour les raisons suivantes ; sa longueur, les matériaux disponibles sur place et la grande participation à la construction de la population locale. Elle est entièrement construite de sable et de roseau. Le manque d'une couche ou un noyau imperméable avait comme conséquence une percolation de 10 % de l'apport de l'eau du Syr Daria à travers la digue. Il faut noter, que l'eau dans une digue en sable est très dangereuse. La pression interstitielle réduit la capacité porteuse et diminue l'angle de frottement du matériau. Le flux d'eau à travers la digue induit un effet d'érosion interne. Alors ce n'était pas surprenant que la digue se trouvait en réparation permanente et qu'il a été détruit en 2002 par une tempête. Lorsqu'ils ont reconstruit le barrage, ils l'ont étanchéifié avec une couche de béton à l'amont. De plus ils ont construit des évacuateurs d'eau, ce qui permet de mieux gérer le niveau d'eau dans la mer du Nord.

### **3.4.1.1.2 Biodiversité**

#### **Repeuplement naturel**

Le repeuplement naturel de la petite mer a déjà commencé. Certaines espèces ont réapparu et les activités de pêche reprennent petit à petit. Néanmoins l'enrichissement de la mer est lent et peut prendre plusieurs années avant de constituer une ressource suffisante pour redémarrer les activités de pêche à une échelle importante. Ainsi d'autres mesures devront être envisagées, comme l'introduction d'espèces ou la pisciculture.

#### **Introduction d'espèces**

Des introductions d'espèces seront certainement effectuées. La salinité de la mer baissant, une autre biosphère aquatique devra s'installer. Jusqu'à présent seule la biosphère marine avait survécu, si le niveau de la mer augmente les espèces mésophiles seront plus adaptées aux milieux saumâtres. La question que cela soulève est la suivante : Par qui, et comment ces introductions seront-elles entreprises ? Les introductions doivent être réfléchies, concertées et surveillées. En effet, la mer d'Aral a déjà subi des dégâts engendrés par l'introduction de nouveaux spécimens. Une nouvelle espèce bouleverse l'équilibre préexistant au détriment de nombreux autres organismes. Il faudra donc, d'une manière ou d'une autre, éviter le repeuplement sauvage. L'idéal serait d'envisager des campagnes d'introduction organisées par l'état et gérées par des spécialistes.

#### **Pisciculture**

Dans la mer du nord, la pisciculture pourrait permettre d'accélérer le repeuplement halieutique. Le repeuplement naturel étant relativement lent, la pisciculture constituerait un catalyseur de la reconquête du milieu. Il pourrait simplement s'agir d'enclos fermés dans lesquels un élevage serait entrepris. Ainsi, les poissons élevés resteraient à l'abri des prédateurs éventuels (important en période de ponte). Ils pourraient se développer plus rapidement grâce à la disponibilité de la nourriture. Les poissons seraient alors relâchés et continueraient leur développement en milieu naturel.

D'autres utilisations de la pisciculture peuvent être envisagées. Ces utilisations ne constituent qu'un apport secondaire pour la région Nord, c'est pourquoi elles seront développées dans la partie concernant les solutions d'avenir de la région Sud.

### **3.4.1.1.3 Retour de la pêche**

Dans la petite mer d'Aral, le retour à la pêche existe déjà mais est encore très marginal. Ce sont des petites captures qui permettent aux pêcheurs et à leurs familles de vivre simplement. Cela reste encore très artisanal. Cependant, le retour d'une pêche industrielle est envisageable à long terme. C'est, entre autre, par le fait que les conditions hydrologiques et écologiques deviennent de plus en plus favorables grâce au barrage de Kokaral. Cependant, la démarche pour y parvenir devra se faire petit à petit sans se faire trop influencer par des pressions extérieures comme les investisseurs pour une pêche industrielle.

Pour y parvenir, il faudra, tout d'abord, créer un organe qui aura une vue d'ensemble sur ce qui se passe en matière de pêche dans la région et être assez puissant pour imposer ses lois.

Son rôle principal sera :

1. De délimiter des zones protégées pour le repeuplement et des zones de pêche pour permettre aux pêcheurs de continuer leurs activités.
2. D'instaurer des quotas aux pêcheurs et de les faire évoluer selon le taux de peuplement.
3. De contrôler qu'il n'y a pas de fraudes et d'excès.
4. De vérifier le bon développement des poissons et la population des espèces pour pouvoir prendre des mesures si cela devient critique.

Et enfin, si le développement à bien repris, de bien gérer l'industrie de la pêche et de son développement dans la région. Par exemple, que l'argent reste dans la région et que ceux qui travaillent dans l'industrie de la pêche aient de bonnes conditions de travail.

A partir de là, on pourra dire que la pêche dans la petite mer est viable à long terme.

### **3.4.1.2 Le fleuve**

La meilleure garantie pour la conservation d'un écosystème stable est une grande biodiversité. Cette dernière est favorisée et maintenue par les interactions aux interfaces des écosystèmes. C'est ainsi qu'il ne faut pas se soucier seulement de la mer mais aussi de ses côtes et, surtout, des deltas et des affluents.

Pour permettre ces interactions dans le futur, il faut assurer une certaine stabilité des écosystèmes avoisinants la mer. La prévention des impacts environnementaux futurs doit être gérée avec des outils d'aménagement du territoire. Des plans d'affectation ne permettant pas seulement de définir des zones de protection, voire des réserves naturelles, mais aussi d'exploiter le territoire de ces zones pour des fins anthropiques de manière adaptée.

## **3.4.2 La région sud**

### **3.4.2.1 La mer**

Du fait de la politique menée à l'heure actuelle par l'Ouzbékistan il est peu probable que le niveau d'eau de la mer du Sud augmente dans un proche avenir. Par conséquent la situation risque de s'aggraver d'avantage. Ceci implique une augmentation de la salinité et un milieu d'autant plus défavorable à la vie aquatique. Les ressources halieutiques vont s'amenuiser, voire disparaître pour laisser place à une faune bactérienne halophile.

Pour que cette mer et sa biosphère retrouve un équilibre les apports en eau douce doivent être beaucoup plus importants. Certaines méthodes sont actuellement étudiées (détournement de l'Ob, construction de digues...) elles ont été évoquées dans le chapitre relatif à l'hydrologie.

### 3.4.2.2 Le fleuve et le delta

#### Les exploitations piscicoles

Aujourd'hui on compte près de 6000 T/an de poissons produits dans les exploitations piscicoles contre 3000 T/an pêchés dans les bassins naturels. Ainsi, le système de pisciculture peut constituer une solution intéressante pour la région Sud de la mer d'Aral. En effet :

- La productivité peut atteindre 3000 kg/ha, ce qui est beaucoup plus important que la productivité obtenue pour des bassins naturels (5 – 10 kg/ha).
- De nombreux bassins naturels peuvent facilement être transformés en exploitations piscicoles.
- L'eau disponible est utilisée de manière plus rentable.
- Le choix du lieu d'implantation d'une pisciculture peut prendre en compte les données de salinité et de qualité de l'eau afin de limiter au mieux les conséquences de ces deux paramètres.

Pour avoir des piscicultures ayant un rendement élevé, il est nécessaire d'introduire des technologies innovatrices. De plus les volumes d'eau sur l'année doivent être constants. C'est pourquoi la pisciculture doit devenir un sujet de discussions politiques au même titre que l'agriculture. Les prises de décision doivent être concertées et faire l'objet d'une bonne organisation, en établissant par exemple un plan de gestion des eaux. De par l'organisation économique actuelle dans cette région, la mise en place de plusieurs petites exploitations piscicoles semble plus judicieuse que l'implantation de quelques piscicultures aux dimensions trop importantes.

La pollution de l'eau par des antibiotiques utilisés dans le cadre du traitement des poissons peut poser problème pour une pisciculture trop intensive. Selon M. B. Büttiker ce type de désagrément peut être évité si la productivité est limitée à 1.500 kg/an.

Rappelons également que le coût de mise en place d'une pisciculture n'est pas des moindres. C'est une des autres raisons qui justifie une éventuelle intervention de l'état (par le biais de subventions) pour l'implantation de tels systèmes d'exploitation.

#### 3.4.2.2.2 L'exemple de la Dombes

Une des solutions qui permettrait de redynamiser la région du delta de l'Amu Darya et de son fleuve serait d'intégrer les responsables de l'agriculture et ceux de la pêche dans un projet commun. Ceux-ci devront travailler ensemble pour régler leurs problèmes personnels.

Ce projet est quasi-similaire à un projet existant : la pisciculture dans la Dombes en France. Pour ce faire, il faudra créer des piscicultures semi-naturelles qui sont étroitement liées avec les champs cultivés. Comme la région est fortement irriguée, il serait possible de créer de petites rétentions d'eau à la place des champs cultivés. Dans la région du delta, il sera plus facile d'en mettre en place car des lacs et étangs existent déjà. Tous ceux-ci devront être reliés entre eux soit par le réseau d'irrigation déjà existant, soit par un réseau de fossé.

Le cycle de fonctionnement de ce projet se résume en deux phases :

Une période de mise en eau de l'étang d'une durée d'environ 3 ans. Celle-ci permettra un bon développement du poisson, entre autre, grâce à une grande surface terre – eau d'une riche biodiversité. A partir de 3 ans, l'étang aura tendance à s'envaser, ce qui permettra de passer à la deuxième phase.

Après la vidange de l'étang, la mise en culture de l'étang commencera et permettra d'éviter l'envasement et l'envahissement par la végétation. Les limons qui se sont déposés lors de la première phase pourront constituer une part importante pour la fertilisation du sol, ce qui réduirait les coûts pour les agriculteurs. Cependant, il faudra un certain effort aux agriculteurs en diversifiant leurs cultures (cf. groupe 4) comme le maïs par exemple pour réduire les polluants présents dans l'eau, pas viable pour les poissons.

Si ce concept est bien géré, on pourra s'attendre à une production de 200 kg/ha et les poissons seront destinés à la consommation et aux repeuplements, ce qui est une bonne chose. Enfin, si on fait l'hypothèse que la culture du coton va en décroissant à cause d'une baisse de qualité, ce projet sera du type « win-win » entre agriculteurs et pisciculteurs.

### **3.5 Conclusion**

Le secteur de la pêche a été pendant longtemps un domaine phare dans le bassin de la mer Aral. La pêche permettait de nourrir la population locale, mais offrait aussi la quasi-totalité des emplois de la région. La catastrophe écologique que constitue l'assèchement de la mer Aral a anéanti ce marché. Aujourd'hui les conserveries sont désaffectées et la flotte de pêche échouée à des kilomètres des côtes.

Certaines solutions peuvent être envisagées, notamment pour la petite mer, située au nord. Le barrage de Kokaral a fait remonter le niveau de l'eau et baisser la salinité, la faune semble s'y installer de nouveau. Pour que cette solution soit durable, il faudra avant tout éviter de reproduire les erreurs du passé. Les introductions d'espèces devront être suivies et les quantités pêchées contrôlées.

Le destin de la mer du Sud semble plus obscur. Les solutions pour augmenter l'apport d'eau douce sont très coûteuses et difficilement réalisables à court terme. Une des solutions consisterait à prendre le problème à sa source. L'assèchement de la mer Aral est dû à une irrigation outrancière des champs de coton. Cette culture demande énormément d'eau, elle n'est pas vivrière et les cultivateurs souffrent de pauvreté et de malnutrition. La solution serait certainement de diversifier le type de culture, et pourquoi pas d'alterner les zones d'agriculture et de pisciculture.

Ce dénouement semble assez difficile à imposer. En effet la culture du coton est décidée par l'état et rapporte encore beaucoup d'un point de vue économique. Néanmoins il serait possible de faire valoir certains arguments économiques et de prouver à l'Etat que la situation doit être débloquée. Il faut noter que le bassin de la mer Aral est très bien situé sur le marché du coton pour la qualité et la finesse des fibres obtenues. Les Etats-Unis restent les premiers dans ce secteur du fait de la quantité cultivée. Or ces dernières années, la qualité du coton cultivé dans le bassin de la mer Aral baisse en raison du manque d'eau et de la dégradation de la qualité de l'eau d'irrigation. De plus d'autres pays, tels que le Brésil, émergent dans ce secteur et deviennent des concurrents potentiels. L'argument économique du coton n'en sera bientôt plus un. Il serait judicieux d'anticiper les problèmes à venir et d'imaginer des solutions durables : diversifier l'agriculture et établir une culture vivrière permettant à la population locale de se nourrir.



## 4 Santé et environnement

### 4.1 Introduction

« *D'une politique mal menée naquit une catastrophe sanitaire et environnementale* » C'est en ces termes que le journal français **Libération** qualifiait la politique agricole de l'URSS qui a asséché la mer d'Aral. Cet état de fait provoqua des conséquences directes sur la santé des populations riveraines. En s'asséchant partiellement, la mer d'Aral a laissé à ciel ouvert 36000 km<sup>2</sup> de fonds marins recouvert de sel et de particules fines. Les pesticides et les engrais ont pénétré dans les nappes phréatiques et les sols. Près de 5 millions d'habitants subirent les conséquences de cette catastrophe environnementale.

Ainsi, dans le cadre de l'étude globale sur la mer d'Aral, notre équipe de travail à tenter de proposer des solutions en matière de santé pour les pays du bassin de la mer d'Aral (échelles d'étude) afin d'améliorer la situation actuelle en collaboration avec les autorités autochtones. Cette recherche de solution présente, a priori, un triple intérêt ; d'une part, de redresser un état actuel de la situation afin d'intégrer les logiques présentes dans notre zone d'étude (Quelles maladies sont présentes ?, comment s'organise le système de santé et l'aide internationale présente sur place ?). Ensuite, en intégrant une vision systémique, nous essayerons de trouver et de comprendre les causes de la condition sanitaire déplorable. Enfin, avec beaucoup de modestie, une liste des propositions de solutions est proposée. Pour rendre le travail plus efficace, un planning prévisionnel de travail<sup>8</sup> a été réalisé en essayant de le respecter le plus fidèlement possible.

### 4.2 Etat des lieux actuel

#### 4.2.1 Les maladies présentes dans la région d'étude

**Classification selon la cause :** Les maladies rencontrées sont classifiées selon leur(s) cause(s) avec des informations statistiques, les symptômes, les traitements.

**Classification selon le nombre de personnes affectées :** Du point de vue du nombre de personnes affectées, les maladies pulmonaires, l'anémie, l'alcoolisme sont les problèmes les plus sévères. Trente-cinq pour cent des enfants souffrent de la tuberculose, le taux des gens souffrant de l'asthme est trois fois plus élevé que la moyenne nationale. 98 % des femmes enceintes souffrent d'anémie (comparaison : USA 20 %), ce qui conduit à une malnutrition des bébés et donc un développement perturbé.

**Classification selon la gravité de la maladie :** Les maladies ou problèmes de santé les plus graves et les plus difficiles à traiter sont la tuberculose, le cancer, la mortalité infantile, les déformations congénitales, etc. Un traitement de ces maladies est très difficile voir impossible.

**On se référera** au tableau des maladies (tableau 4.2) pour le détails de ces informations.

---

<sup>8</sup> Se conférer au tableau 3.1 en annexe qui relate notre planning et les différentes étapes de réalisation de notre travail.

## 4.2.2 Système de santé et aide internationale

Dans le cas de la mer d'Aral, on ne peut espérer traiter la crise sanitaire sans l'appui d'un système de santé performant. A partir de statistiques d'échelle régionale et de l'étude du système de santé du Kazakhstan quelques conclusions ont pu être tirées.

### Statistiques<sup>9</sup> :

L'étude des statistiques de l'OMS permet de confirmer la qualité médiocre du système de santé des pays d'Asie Centrale.

On constate une espérance de vie de 15 à 20 ans plus faible dans les pays d'Asie Centrale comparée à celle de la Suisse. La mortalité infantile est, quant à elle, 40 à 50 fois plus élevée<sup>10</sup>.

Les ressources humaines sont cependant loin d'être négligeables, le nombre de sage-femme pour 1000 habitants est même supérieur qu'en Suisse<sup>11</sup>. On peut donc supposer un manque de qualification du personnel de santé et surtout des manques de moyens. Cela est confirmé par l'étude des dépenses de santé<sup>12</sup>: L'Ouzbékistan et le Kazakhstan font parti des plus « mauvais élèves » des pays eurasiatiques en ce qui concerne le pourcentage des dépenses totales de santé en % du PIB. De plus, le Kazakhstan, l'Ouzbékistan ou le Tadjikistan ne disposent pas d'un système de sécurité sociale.

Concernant, **l'état actuel des réformes** en matière de système de santé, les pays du bassin de la Mer d'Aral, après l'acquisition de leurs indépendances respectives dans les années 1990 ont connu une période économique difficile suivie d'une croissance forte<sup>13</sup>. Cependant, le secteur de la santé n'a pas bénéficié d'apport financier élevé, les gouvernements ayant choisi d'investir massivement dans les réseaux industriels, les infrastructures de transport ainsi que les services de communication.

C'est pourquoi, la Country Assistance Strategy (CAS) impulsée par la Banque mondiale a été fondée pour épauler les autorités des pays locaux et orienter le développement du système de santé de ces pays. En prônant, une médicalisation de base, ambulante répondant aux besoins spécifique de la population plutôt que la construction dispendieuse d'infrastructures lourdes tel que des hôpitaux inadaptés à la problématique autochtone.

Concernant **l'aide internationale**, de nombreuses organisations sont engagées dans la région de la mer d'Aral : World Health Organization (WHO), United Nations Development (UNDP), World Bank, International Fund for Saving the Aral Sea, Médecins Sans Frontières (MSF), la Croix-Rouge.

---

<sup>9</sup> OMS 2003

<sup>10</sup> Cf. Figure 3.3 et 3.4

<sup>11</sup> Cf. Figure 3.5

<sup>12</sup> Cf. Figure 3.7 et 3.8

<sup>13</sup> Cf. Tableau 3.9

## 4.2.2 Santé psychosociale<sup>14</sup>

La notion de développement durable indique qu'il faut assurer à long terme une bonne qualité de vie à la population dans la région de la mer d'Aral, dont le bien-être psychologique est une composante importante.

Face à des données quasiment inexistantes dans ce domaine dans notre région étudiée, il est difficile de détecter et de décrire l'état actuel de la santé psychosociale. L'étude, sur laquelle se base ce chapitre (référence bibliographique 1), a été réalisée en 1999, en interrogeant 881 habitants de différentes communes de la région de Karakalpakstan (nord ouest de l'Ouzbékistan)

Des méthodes statistiques ont montré que 48% des interrogés étaient très probablement affectés par des symptômes somatiques causés par des problèmes psychiques (insomnie, inappétence, etc...)<sup>15</sup>. 41% s'inquiètent des problèmes environnementaux, les soucis principaux concernent la qualité de l'eau, suivie de ceux concernant le sol<sup>16</sup> (se conférer à la partie 3.3 pour l'état des lieux). Un cinquième de ces 41% des interrogés mentionnait d'avoir des problèmes de santé dans la famille du à la pollution de l'environnement<sup>17</sup>, et 17% d'eux pensent à quitter le Karakalpakstan<sup>18</sup>.

C'est ce dernier point qui montre que l'atteinte de la santé psychosociale a également des conséquences économiques (exode dans ce cas). Entre 1980 et 2000, environ 100'000 personnes ont quitté la région de la mer d'Aral, en 2001 le taux d'émigration annuel s'élevait à 3'000 – 4'000 personnes et va encore nettement augmenter selon Médecins Sans Frontières (MSF). Bien qu'il y ait cette perte, on estime que la population est toujours en croissance d'environ 20'000 personnes par an. MSF voit dans ce développement démographique une aggravation de la misère économique, vu qu'il s'agit de la génération productive qui diminue et qu'il s'agit, dans la plupart des cas, de gens à éducation élevée qui quittent la région.<sup>19</sup>

## 4.3 Causes des maladies

### 4.3.1 Liés à l'eau potable

La mauvaise qualité de l'eau représente l'une des premières sources de maladie dans le bassin de la mer d'Aral. Il est donc impératif d'améliorer la qualité de l'accès à l'eau en **terme de quantité** (satisfaire la demande grandissante de la population<sup>20</sup>) mais également en terme de potabilité (améliorer les paramètres physico-chimiques de l'eau<sup>21</sup>.) Les principales causes de contamination des eaux sont mentionnées ci-dessous :

Dès les années 1970, la qualité de l'eau potable a commencé à se dégrader en raison du drainage de l'eau des champs de coton. Dans la majorité des cas, l'eau drainée est rejetée dans

<sup>14</sup> Ce sous-chapitre se base sur l'article : E.J. Crighton, S.J. Elliot, J. van der Meer, Ian Small, Ross Upshur : *Impacts of an environmental disaster on psychosocial health and well-being in Karakalpakstan*. in : Social Science & Medicine 56 (2003), Elsevier, 2003, p. 551-567

<sup>15</sup> Ibid, p.558

<sup>16</sup> Ibid, p.559

<sup>17</sup> Ibid, p.560

<sup>18</sup> Ibid, p.561

<sup>19</sup> Médecins sans frontière : *Karakalpakstan, A Population In Danger*. ([https://www.aerzte-ohne-grenzen.de/obj/\\_scripts/msf\\_download\\_pdf.php?id=1230&filename=bericht-2003-04-karakalpakstan.pdf](https://www.aerzte-ohne-grenzen.de/obj/_scripts/msf_download_pdf.php?id=1230&filename=bericht-2003-04-karakalpakstan.pdf)) , p. 24-26,

<sup>20</sup> Tableau 3.10

<sup>21</sup> Figure 3.11 et tableau 3.12

les fleuves Amu Darya et Syr Darya qui représente la première source d'eau potable dans la région. La "sur-irrigation" est donc l'une des causes principales de la **salinité** de l'eau potable<sup>22</sup> On constate, en effet, une salinité maximale en hiver et au printemps correspondant à la saison agricole. Cette salinité élevée a une mauvaise influence sur l'équilibre minéral de la population causant diverses maladies somatiques.

La **contamination microbienne** résulte d'un traitement et d'une désinfection de l'eau insuffisants en raison du coût élevé d'un système efficace de filtrage mais surtout de l'ignorance du public en ce qui concerne l'usage approprié des ressources en eau potable. La contamination microbienne est la cause de plusieurs maladies telles que le choléra, la diarrhée et d'autres maladies intestinales.

Les rejets des industries métallurgiques, minière et des centrales à vapeur entraînent la présence de traces d'huiles, de métaux lourds qui peuvent être regroupé sous le terme de **contamination chimique** (Cd, Cu, Ld). Ces produits présents dans l'eau potable provoquent des maladies gastro-intestinales, des infections rénales, des maladies du foie, des problèmes de peau ...etc. selon le type de contamination<sup>23</sup>.

Les **éléments biogénétiques** (engrais minéraux) constituent une autre forme de contamination de l'eau par eutrophisation (enrichissement en sels minéraux entraînant la prolifération d'algues...) des eaux liée à l'utilisation abusive d'engrais. Les éléments solubles sont entraînés vers la nappe phréatique ou vers les cours d'eau provoquant un grand risque sanitaire lié à la consommation d'eau saturé en nitrates (fertilisation en azote) utilisés pour les cultures ou en phosphate (issus des produits ménagers).

L'érosion du lit des cours d'eau va permettre le charriage de **particules en suspension** du à l'inefficacité des systèmes de filtrage pour l'eau potable.

De surcroît, nous avons aussi constaté les très faibles concentrations en **éléments trace** (Fer, iode, fluor, potassium, aluminium ...). Les concentrations relevées sont largement inférieur au standard minimum requis. Les maladies qui se développent à cause de tels problèmes sont nombreuses : les maladies heptatoniques et ischémiques du cœur, ulcères d'estomac, néphrite, calcul biliaire, hépatite, maladie du système urogénital, maladies de sang et de peau, anémie (enfants)...

La **dureté de l'eau** (ions Ca & Mg) est très élevées et dépassant les concentrations recommandées, démontré par certains études. Cette augmentation de la dureté de l'eau à cause du changement de conditions climatiques<sup>24</sup> et de la pénurie d'eau favorise l'apparition de calculs biliaires.

### 4.3.2 Liés au sol, aux poussières et à l'air

Nous avons vu précédemment, les nombreux cas de maladies pulmonaires et respiratoires présentes dans la région de la mer d'Aral. Les fortes concentrations en particules fines et en polluants dans l'atmosphère ainsi que la pollution des sols qui, en partie, engendrent ces maladies. Ainsi, nous nous efforcerons de montrer quelles sont les substances chimiques responsables de ces maladies et dans quelles proportions. De surcroît, nous mettrons en exergue les différents vecteurs de transports de matières sur de longues distances qui occasionnent la pollution.

---

<sup>22</sup> Tableau 3.13

<sup>23</sup> Tableau 3.14

<sup>24</sup> Cf. 3.3.2

## Le bassin de la mer d'Aral, un bassin très pollué

Certaines substances chimiques possèdent des propriétés cancérogènes et peuvent causer des mutations et des problèmes de santé. Parmi celles-ci, 200 sont classées par l'UNESCO<sup>25</sup> comme particulièrement dangereuses. Dans le bassin de la mer d'Aral, plusieurs de ces substances telles que : le benzol (Substances composées d'hydrocarbures de la série aromatique: le benzène, le toluène, le xylène et leurs dérivés », l'amiante, la benzophénone, les pesticides, les métaux lourds, divers colorants et des saveurs de nourriture se retrouvent. Les principales sources émettrices de ces produits dans l'environnement sont: les entreprises de produits chimiques, les raffineries de pétrole, de métallurgie, de carburant et d'autres industries, divers types de transport, les centrales thermiques, la production agricole et les centrales électriques nucléaires. Les vents vont ensuite prendre en charge ces différentes matières et les transporter sur des milliers de km. Cependant, dans l'ensemble de la région, nous observons une nette baisse des concentrations d'émission des polluants dans l'air amorcée depuis environ 15 ans<sup>26</sup>. Mais dans les villes et les centres industriels de la région, en dépit d'une diminution générale observée, la pollution est encore importante<sup>27</sup>.

Dans le bassin de la mer d'Aral la teneur en **radioactivité** est préoccupante<sup>28</sup>. Les conséquences d'une dose d'irradiation, forte ou faible, sont connues depuis longtemps. Les déchets nucléaires dus aux essais militaires sont transportés par le vent sur des milliers de kilomètres (gaz radon et poussières radioactives). De plus, les eaux de pluies contaminées pénètrent dans la terre, les nappes aquifères et enfin, atteignent la chaîne alimentaire, mettant en danger la santé de la population et perturbent toute la chaîne alimentaire. La situation dans le bassin de la mer d'Aral est critique. Il y a des nombreux centres industriels<sup>29</sup> qui produisent des déchets nucléaires. Une synthèse quantitative pour les pays du Kazakhstan et de l'Ouzbékistan est présente en annexe.

## Une situation géographique propice au balayage des vents et à la diffusion des produits polluants

La mer d'Aral, est située le long d'un courant d'air puissant allant d'Ouest en Est<sup>30</sup> provoquant la mise en suspension de poussière et de produits toxiques de toutes sortes. Sur la côte occidentale, nous constatons plus de 50 jours de vents violents par an. La vitesse maximum de ces vents atteint 25 m/s. Dans ces conditions, la culture n'est pas possible sans irrigation. L'irrigation provoque une accumulation intensive de sel qui va aussi être remobilisé dans l'atmosphère par les vents.

De plus, environ 50 fois par an, des tempêtes de poussière (*dust storm* en anglais)<sup>31</sup> soufflent au Kazakhstan. Ce sont des phénomènes qui se forment brutalement et soudainement et qui charrie des mètres cubes de poussières et de débris chaque fois.

Ces processus **d'érosion des sols** provoquent des problèmes respiratoires et des problèmes d'Asthme généralisés. La prise en charge des particules accélère l'érosion des sols (les

---

<sup>25</sup> Cf. Tableau 3.15

<sup>26</sup> Cf. Tableau 3.16 et 3.17

<sup>27</sup> Cf. Figure 3.18, 3.19, 3.20 et 3.21

<sup>28</sup> Cf. Figure 3.23 et 3.24

<sup>29</sup> Cf. Figure 3.25 et Tableau 3.26

<sup>30</sup> Cf. Figure 3.27

<sup>31</sup> Cf. Figure 3.28

particules peuvent faire des milliers de kilomètres, on a retrouvée des traces de pesticides de la mer d'Aral dans le sang des pingouins en Antarctique) et comme conséquence la désertification.

Dans le passé la région de la mer d'Aral était perçue comme un régulateur atténuant les vents froids de Sibérie et réduisant la chaleur l'été. Les **changements climatiques** provoqués en partie par l'assèchement de la mer et la création d'un nouveau désert « Aralkum » ont aboutit à une sécheresse prononcée de la zone. Les étés sont plus courts et plus chauds et les hivers sont plus longs et plus froids. La saison végétative a été réduite à 170 jours. La productivité de pâturage a diminué de moitié, et la destruction des prairies herbeuses a diminué de 10% les 10 dernières années. Une diminution des pluies (150-200 millimètres par ans) avec une irrégularité considérable a été mesuré. L'évaporation a augmenté (jusqu'à 1700 millimètres par an) tandis que l'humidité d'air est réduite de 10%. La température de l'air pendant l'hiver est tombée, et les températures d'été ont augmenté de 2 ou 3 degrés.

### 4.3.3 Liés aux essais militaires<sup>32</sup>

De 1936 à 1988, l'île de Vozrozhdeniye servait à la réalisation d'essais pour le programme soviétique des armes biologiques. Les russes ont fait des essais avec de l'anthrax, de la variole et de la peste avec le but de les faire plus résistants aux antibiotiques et aux contraintes environnementales. En 1988 ce programme a été arrêté et les produits des essais ont été enfouis sur l'île. Des problèmes environnementaux désastreux sont présent actuellement.

### 4.3.4 Psychosociales

Comme mentionné au paragraphe 3.2.3, 41% des interrogés dans la région de Karakalpakstan s'inquiète de la pollution environnementale. Les causes pour cela sont souvent très profane : c'est surtout l'eau sale et salée voir la rareté de celle-ci qui rappelle au gens la misère écologique : « *Thankfully we have water this year, but during the draught we really suffered. We had to dig at the bottom of the well and the water we found was always dirty. What if water doesn't come next year? What will we do?* » (Habitant de Muynak, Karakalpakstan<sup>33</sup>). Une autre raison qui atteint la santé psychosociale est la misère économique. La disparition d'emploi dans tous les domaines (plus de deux tiers de la population de Karakalpakstan est sans emploi) fait peur au gens.

Une troisième raison qui décourage les gens est la mauvaise situation sanitaire. Vu les taux de maladies extrêmement élevée, cette misère est très présent dans la vie quotidienne : « *I haven't seen a healthy baby in Muynak since the eighties. The babies are weak because they inherit their mothers anaemia* » (gynécologue de Muynak, Karakalpakstan<sup>34</sup>).

A ces différents facteurs affectant la santé psychosociale s'ajoute le manque d'aide. L'interrogation fait à Karakalpakstan (c.f. §3.2.3) a montré que des personnes ayant beaucoup d'amis et de personnes prêts à leur aider en situation difficile s'inquiètent moins des problèmes environnementaux.

<sup>32</sup> <http://cns.miis.edu/pubs/dc/briefs/011802.htm>

<sup>33</sup> Médecins sans frontière : *Karakalpakstan, A Population In Danger*. ([https://www.aerzte-ohne-grenzen.de/obj/\\_scripts/msf\\_download\\_pdf.php?id=1230&filename=bericht-2003-04-karakalpakstan.pdf](https://www.aerzte-ohne-grenzen.de/obj/_scripts/msf_download_pdf.php?id=1230&filename=bericht-2003-04-karakalpakstan.pdf)) , p.8

<sup>34</sup> Médecins sans frontière : *Karakalpakstan, A Population In Danger*. ([https://www.aerzte-ohne-grenzen.de/obj/\\_scripts/msf\\_download\\_pdf.php?id=1230&filename=bericht-2003-04-karakalpakstan.pdf](https://www.aerzte-ohne-grenzen.de/obj/_scripts/msf_download_pdf.php?id=1230&filename=bericht-2003-04-karakalpakstan.pdf)), p.3

## **4.4 Solutions**

### **4.4.1 Court terme**

#### **Information de la population**

La révélation des endroits avec une pollution anormalement élevée avec des composants toxiques et la détermination de l'interconnexion entre la santé humaine et la pollution basée sur les informations disponibles doit être effectuée ainsi que la révélation des endroits avec un taux de mortalité anormalement élevé.

Un travail très important est à faire sur l'information de la population, la formation du personnel de santé et l'apport en médication de base adaptée par l'intermédiaire des ONG.

#### **Traitement des maladies**

Un renforcement de l'aide internationale sur place est nécessaire. L'organisation « Médecins sans frontière » est quasiment la seule organisation dans la région. Elle est active depuis de nombreuses années et très efficace dans la lutte contre la tuberculose. Il faut les aider financièrement pour être efficace et élargir leur rayon d'action.

Il est très important d'assurer l'approvisionnement des médicaments. Ceci nécessite des infrastructures tels que des aéroports car ceux-ci doivent être importés. Aujourd'hui les organisations d'aide sur place manquent souvent de médicaments en raison de problèmes d'acheminement de ceux-ci.

La lutte contre l'anémie due à la malnutrition doit être induite par l'éducation de la population. L'éducation de la population doit aussi viser les sujets de l'hygiène, de la pollution de l'eau, de la protection contre la poussière et finalement les causes et traitements de différentes maladies doivent être clairement enseignés pour éviter de futures infections et un traitement rapide et adéquat.

Un processus de migration des éléments toxiques le long de la chaîne alimentaire dans les endroits écologiquement dangereux doit être élaboré.

#### **Santé psychosociale**

A court terme, il est important de montrer au gens que l'aide internationale et les gouvernements ont la volonté d'améliorer la situation écologique, économique et sanitaire. En effet, les personnes qui trouvent du soutien dans un réseau sociale (amis, membres de familles) sont moins affectées par des problèmes psychologiques, on devrait créer des lieux de rencontre et des associations à activité de loisir (sport, culture etc.) pour diminuer le nombre de personnes qui se trouve seule avec leurs problèmes. Des personnes affectées par des maladies psychosomatiques (insomnie, inappétence, des rashes etc.) devraient pouvoir avoir accès à des psychologues. Cela pourrait finalement être moins cher que de lutter seulement contre les symptômes avec des médicaments.

#### **Eau**

Il est absolument nécessaire d'améliorer les stations d'épurations des zones industrielles situées le long des fleuves Syr-Darya et Amu-Darya ou en construire des nouvelles là où il y

en a pas encore. Ceci permettrait d'éviter la pollution des sources d'eau potable qui sont alimentées par les eaux de surface.<sup>35</sup>

## Sol

Afin d'éviter l'érosion du sol, nous pouvons stabiliser celui-ci par de la végétation et éventuellement par des mesures constructives.

On peut combiner la stabilisation des sols par des plantes avec des processus de « phyto-assainissement », i.e. la décontamination des sols par des plantes capables à stocker des polluants. Voici quelques exemples :

Atriplex (ou « saltbush ») : Une plante très tolérante aux sols salifères et aux conditions d'aridité. Elle est capable de stocker de grandes quantités de sel dans les feuilles<sup>36</sup>.

Le tournesol : il était utilisé à Tchernobyl pour enlever l'Uranium du sol. Il est également capable à stocker des métaux lourds<sup>37</sup>

Alyssum : stocke des métaux lourds<sup>38</sup>

Le chanvre : stocke des grandes quantités de métaux lourds<sup>39</sup>

Enfin, ces plantes doivent être brûlées sous surveillance avec un filtrage adapté aux agents dangereux. Le phyto-assainissement est une méthode qui est très avantageuse du point de vue économique vis-à-vis de méthodes techniques. Ces dernières peuvent quand même être raisonnables dans des sites fortement contaminés par des polluants dangereux à la santé (p.ex. le pesticide DDT) ou des nucléides radioactifs. Voici quelques exemples de méthodes :

- Techniques de décontamination<sup>40</sup> :
- Le lessivage du sol in situ<sup>41</sup>
- Assainissement du sol par des méthodes chimiques<sup>42</sup>
- Extraction des polluants par de la vapeur sous pression

## Essais militaires

Concernant la péninsule Vozrozhdeniye, suite au 11 septembre 2001 le gouvernement des Etats-Unis ayant été informé du danger terroriste représenté par cette péninsule et a décidé en collaboration avec le gouvernement de l'Ouzbékistan de désinfecter toute l'île en 2002.

### 4.4.2 Moyen terme

#### Réformes du système de santé :

Selon la Banque mondiale, une réforme du système de santé de ces pays est nécessaire (e.g. Health Reform Project au Kazakhstan) et passe notamment par la modernisation et l'amélioration de la qualité et de l'efficacité du système de santé au niveau national et l'exécution d'une réforme de santé intégrée, un renforcement de la qualité et de l'efficacité

<sup>35</sup> Cf. tableau 3.29

<sup>36</sup> <http://ressources.ciheam.org/om/pdf/c62/04600145.pdf>,

<sup>37</sup> <http://en.wikipedia.org/wiki/Sunflower>

<sup>38</sup> <http://www.hoogen.de/Phyto.htm>

<sup>39</sup> [http://deposit.ddb.de/cgi-bin/dokserv?idn=960168990&dok\\_var=d1&dok\\_ext=pdf&filename=960168990.pdf](http://deposit.ddb.de/cgi-bin/dokserv?idn=960168990&dok_var=d1&dok_ext=pdf&filename=960168990.pdf)

<sup>40</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Soil\\_remediation#Excavation\\_or\\_dredging](http://en.wikipedia.org/wiki/Soil_remediation#Excavation_or_dredging)

<sup>41</sup> <http://www.epa.gov/ORD/SITE/reports/540s591006/540s591006.pdf>

<sup>42</sup> [http://pubs.acs.org/cgi-bin/abstract.cgi/esthag/1985/19/i11/f-pdf/f\\_es00141a020.pdf?sessid=600613](http://pubs.acs.org/cgi-bin/abstract.cgi/esthag/1985/19/i11/f-pdf/f_es00141a020.pdf?sessid=600613)



des coûts du service de médicalisation de base, l'amélioration du financement et de la capacité du management au niveau de l'apport du service ainsi que l'amélioration des conditions de travail du personnel de santé. (Les revenus mensuels sont de 60 \$ pour une infirmière et de 80 \$ pour un médecin.).

Les objectifs principaux des ces réformes en matière de santé concernent le contrôle de la tuberculose, principale maladie contractée dans la région, la promotion de la santé, la création de centres de formation pour des médecins de famille ou des médecins généraux mais aussi l'amélioration et l'approvisionnement en médicalisation de base, la rationalisation des aménagements et le renforcement des fonds financiers et du management (figure 3.4).

Ensuite, les gouvernements des pays limitrophes de la mer d'Aral investissent préférentiellement dans des médicaments alors qu'une politique bien menée en matière de prévention pourrait s'avérer très fructueuse. L'exemple de la Chine est probant, ces derniers associés avec l'UNICEF ont développé des campagnes de vaccination planifiée pour prévenir l'apparition d'épidémies. Nous pensons que la politique québécoise en matière de prévention est intéressante et pourrait s'appliquer en Asie Central. En effet, seul les personnes résidentes dans des régions à risque reçoivent une vaccination. Cette vaccination systématique permettrait de faire des économies notables en évitant des traitements très longs des maladies. Cependant, les données statistiques recueillies témoignent d'une régression de la tuberculose dans les pays voisins de la mer d'Aral.

### **Traitement des maladies**

Il faut mettre en place un système d'assurance sociale pour permettre l'accès à tout le monde. Pour ceci il faut de l'aide financière par une aide internationale. Il faut aussi améliorer le système d'infrastructure sanitaire avec l'aide de la population sur place. La population sur place doit aussi être intégrée dans les projets de construction d'hôpital.

Au niveau des causes, l'élaboration du chemin de transformation et de migration des éléments toxique dans les milieux naturels sous l'influence de l'environnement doit être débutée.

### **Eau**

Le détournement de l'Ob peut probablement fournir de l'eau de suffisamment bonne qualité pour pouvoir être utilisée comme eau potable avec des traitements assez basiques<sup>43</sup>.

Un changement des cultures plantées et du système d'irrigation va permettre d'avoir l'eau des fleuves moins utilisés et moins pollué par les pesticides et engrais<sup>44</sup>.

Il faut développer et mettre en place un accord régional qui envisage les problèmes environnementaux, sociaux et économiques de la crise de la Mer d'Aral. Cet accord doit clarifier l'usage de l'eau au niveau international ainsi que les objectifs de développement durable de l'agriculture et de la production d'énergie dans la région. Il est alors indispensable de mettre en place un organe de contrôle qui permette de vérifier l'exécution de l'accord.

A moyen terme, il faut travailler sur l'économie de l'eau et l'usage rationnel des ressources d'eau à partir de l'élaboration et d'application des technologies de l'économie de l'eau, de méthodes modernes d'irrigation et du transport de l'eau.

---

<sup>43</sup> Groupe 1 : bilan hydraulique

<sup>44</sup> Groupe 4 : irrigation et agriculture

### 4.4.3 Long terme

#### Système de santé

Mise en place de centres de formation pour des médecins de famille ou des médecins généraux.

#### Décontamination radioactive

Du à la constatation des scientifiques de l'AIEA ont démontré que 15% du charbon d'Anghren (à l'est de L'Ouzbékistan) contient de très forte teneur en nucléotides. Face à cette situation, le gouvernement va débloquer sur 20 ans 15 millions de US\$ pour la mise en place d'un programme spécial visant à trouver des solutions de stockage et d'excavation.

#### Eau

Mise en place d'une stratégie de management des ressources régionales de l'eau afin d'analyser la performance de l'utilisation de l'eau et les standards de qualité dans la région et d'évaluer des programmes et mécanismes alternatifs destinés à produire une quantité minimale d'eau utilisée écologiquement et leurs impacts sur l'utilisation de l'eau régionale et le développement durable aux niveaux nationaux et régionaux. Puis il faut promouvoir des actions complémentaires aux niveaux nationaux et régionaux pour l'économie d'eau.

## 4.5 Conclusion

Les réflexion visant à proposer des solutions en matière de santé pour les pays du bassin versant de la mer d'Aral ont permis au groupe de comprendre la grande complexité de la réalisation d'un travail à distance, dans des pays en développement. A priori, nous nourrissions l'idée de réaliser une collecte de données exhaustives concernant les infrastructures de santé, la répartition des maladies ainsi que d'autres paramètres dans le but d'effectuer une analyse spatiale légitime et déboucher sur des solutions concrètes et viables. Deux problèmes majeurs ont été rencontrés; d'une part, la période de temps allouée pour la réalisation de notre travail était trop courte et d'autre part, les données statistiques de ces pays ne sont pas continu sur l'ensemble du territoire à l'étude et sont dotés d'une fiabilité discutable.

En outre, le travail a du être recentrer dans un cadre plus académique. Cette expérience fut toutefois riche, tout d'abord en terme d'échange dans les groupe mais également sur les divergences concernant les mesures à instaurer dans ces pays afin d'améliorer la santé globale de la population. Finalement, ce chapitre tente de proposer des mesures à 3 échelles de temps différentes ; des mesures urgentes, à moyen et à long terme. Il est indéniable que l'aide international est important dans ces pays car les ONG permettent d'épauler les autorités locales et d'apporter des fonds. Toutefois, pour que la collaboration entre autorités locales et organisations internationales soient fructueuses, il faut que les ONG se placent comme « animateur » du développement et non pas comme imposeur de mesures. Ce sont les autochtones qui doivent être les investigateurs de leur propre développement.

La pérennité de la réalisation des réformes en matière de santé va dépendre également de la stabilité politique et économique de ces pays. Mais globalement, et aux vues des indicateurs récoltés, nous pensons que la situation globale de santé s'améliorera dans le temps.

## 5 Agriculture et irrigation

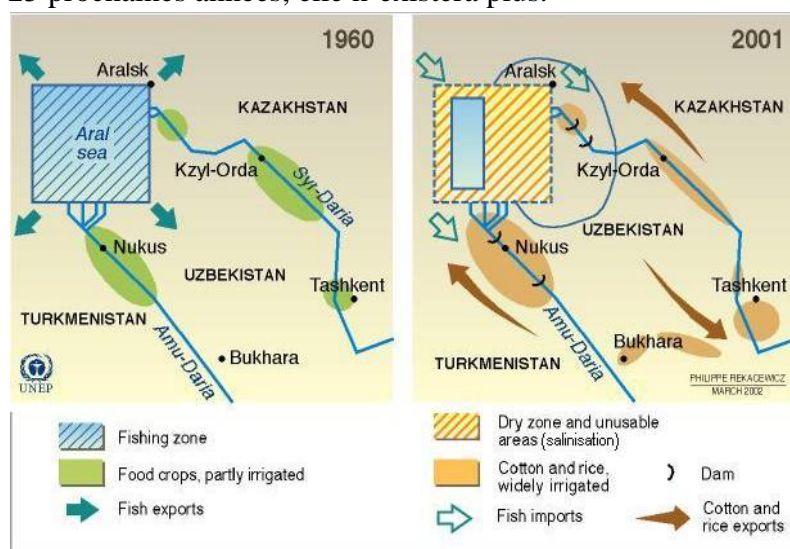
### 5.1 L'agriculture et son irrigation au sein de la problématique de la mer d'Aral

Les différents liens de l'agriculture et son irrigation avec la problématique générale de la mer d'Aral mettent en évidence la complexité du sujet qui sera soulevée à travers les trois aspects que nous avons retenus, soit la société, l'économie et l'écologie.

#### 5.1.1 L'économie

La catastrophe écologique qu'est la Mer d'Aral a détérioré l'équilibre socio-économique de toute une région. A l'origine la mer d'Aral contenait 24 espèces de poissons. Dans les années 1950, elle supportait une industrie majeure de pêche. Dans les années 1960 les soviets ont commencé à cultiver le coton. Ceci demandait la dérivation de l'eau des fleuves principaux, Amu-Darya et Syr-Darya, pour irriguer les cultures, ce qui diminuait leur afflux dans la Mer d'Aral et rendait le climat de la région sec [Int11]. En 1982 la pêche commerciale a complètement disparu entraînant la perte de 60'000 emplois [3]. Aujourd'hui les dégâts économiques concernent essentiellement la production agricole : pertes de rendement et diminution des surfaces emblavées<sup>45</sup> [4].

La décision politique de produire essentiellement du coton réduit la production alimentaire des populations locales. Elles n'arrivent plus à répondre au besoin en céréales, riz, fruits, légumes et en viande [5]. Néanmoins Ouzbékistan par exemple reste deuxième exportateur mondial en coton. Mais il dépend fortement du fleuve Amu-Darya qui lui permet d'irriguer ces cultures [Int15]. Cependant la Mer continue de se vider et si rien n'est entrepris dans les 25 prochaines années, elle n'existera plus.



Source: Philippe Rekacewicz, *An Assassinated Sea*, in *Histoire-Géographie, initiation économique*, page 333, Classe de Troisième, Hatier, Paris, 1993 (data updated in 2002); *L'état du Monde*, 1992 and 2001 éditions, La Découverte, Paris.

La Figure 5.1 compare les situations entre 1960 et 2001. Nous voyons que sur les territoires où étaient cultivés des aliments nous trouvons aujourd'hui des cultures de coton et de riz qui sont fortement irriguées. Ceci nous inquiète car le prix du coton sur le marché mondial est en baisse continue [6].

**Figure 5.1:** La diminution de la Mer d'Aral : Impacts socio-économiques [Int12].

<sup>45</sup> Emblaver : Ensemencer une terre en blé ou autres céréales

## 5.1.2 La société

La mer d'Aral est entourée par des pays qui furent peuplé dans le passé par des nomades chasseurs et éleveurs, de tradition sociale basée sur une structure clanique. De nos jours, les populations sont essentiellement rurales. En effet, sur une surface de 500000 km<sup>2</sup>, qui est habitée par 3 millions d'habitants, on retrouve 36 villages et 20 villes. Ces populations se concentrent principalement autour des deux grands affluents l'Amu-Darya et le Syr-Darya.

Ce caractère rural et cette densité élevée autour des cours d'eau, reflète l'importance de l'agriculture irriguée (coton, fruits, riz, élevage ovins et bovins) pour les habitants des pays concernés. En effet, 10 à 15 % de la population active de toute la région travaille dans ce secteur. Un taux qui atteint 38 % pour l'Ouzbékistan, pays particulièrement agro-industriel.

## 5.1.3 L'écologie

Les types de sols retrouvés autour de la mer d'Aral peuvent être distingués selon l'influence hydromorphologique. Les sols alluvionnaires qui sont les plus fertiles, sont constitués d'argile. En s'éloignant de la rivière, des sols sableux et limoneux délimitent progressivement le désert de Kyzyl Kum se trouvant entre le Syr-Darya et l'Amu-Darya. [1] Le fond du lac exposé consiste en de vastes étendues salées, où le vent emporte de 15 à 75 millions de tonnes par an de sable et de poussière pollués par les pesticides jusqu'à une distance de 250 km. [Int3] Des espèces bien adaptées aux milieux salins et arides (halophytes et xerophytes) y sont présentes, notamment la famille des Chenopodiaceae [2].

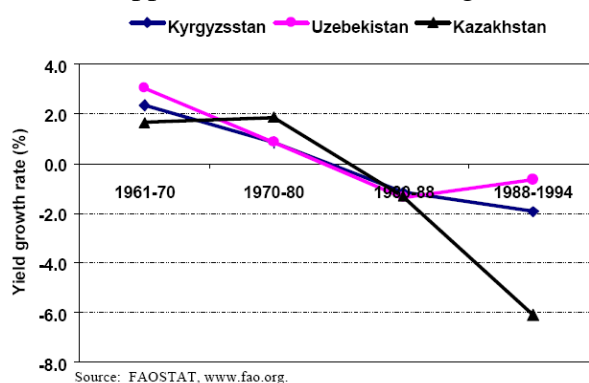
La faune du désert de Kyzyl Kum comprend l'antilope saïga ainsi qu'un grand lézard. Les animaux comme les moutons, les chameaux (de Bactrian) ainsi que des dromadaires sont les principaux animaux d'élevage pour l'agriculture. [Int1]

Le climat autour de la mer d'Aral a changé devenant nettement plus continental. Les étés sont plus courts, plus chauds et moins pluvieux. Les hivers sont plus longs, plus froids et moins neigeux. Tous ces éléments ne favorisent en aucun cas le développement de l'agriculture. [Int2].

## 5.2 L'agriculture et ses problèmes particuliers

### 5.2.1 Etude du secteur agricole de la région

Le développement dans le secteur agricole dans les 40 dernières années est représenté à



travers le taux de croissance de la récolte de coton montré à la Figure 5.2. Pendant les années 1960-80, les trois pays Kirghizstan, Ouzbékistan et Kazakhstan ont achevé une croissance positive, mais pendant les années 1980 les rendements ont diminué. La détérioration croissante de l'environnement causé par la mauvaise qualité de l'eau et des sols a mené à la réduction de ces rendements.

**Figure 5.2 :** Taux de croissance annuel pour le coton.

L'état du secteur agricole du bassin de la Mer d'Aral est résumé dans le tableau de l'Annexe 1. En effet, nous avons choisi quelques indicateurs représentatifs de la situation entre 2000 et 2003. Ces indicateurs retenus concernent l'utilisation de la surface, les principaux produits agricoles et les principales exportations et importations dans le secteur. Nous constatons que les principaux producteurs et exportateurs de coton sont les pays à l'amont du Syr-Daria et de l'Amu-Darya, à savoir l'Ouzbékistan, le Tadjikistan et le Turkménistan.

En outre, nous avons étudié l'évolution de la population rurale et de la main d'œuvre agricole pour les différents pays de la région, ce qui est illustré dans le tableau de l'Annexe 2.

### 5.2.2 Description et état du réseau d'irrigation

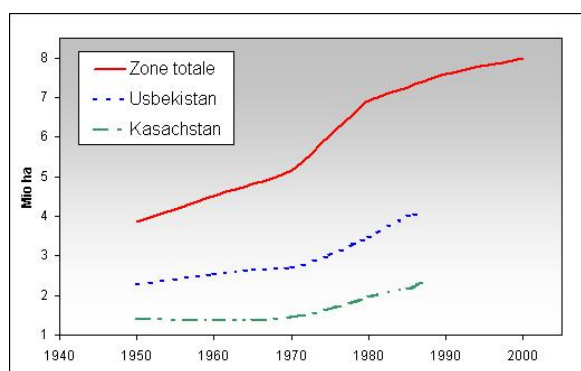


Figure 5.3 : Surfaces irriguées.

Le réseau d'irrigation d'aujourd'hui est le résultat d'un développement industriel forcé qui a commencé après la deuxième guerre mondiale sous la direction du gouvernement russe. A partir de 1946 ils ont commencé à fortement augmenter les surfaces irriguées et la production du coton, ce qui est montré dans la Figure 5.3.

Le réseau d'irrigation est caractérisé d'une part par des fortes densités régionales et d'autre part par son énorme étendue qui est particulièrement marquée par le canal de Karakoum au sud. Depuis les années 1950 ce dernier

est particulièrement marqué par le canal de Karakoum au sud. Depuis les années 1950 ce dernier

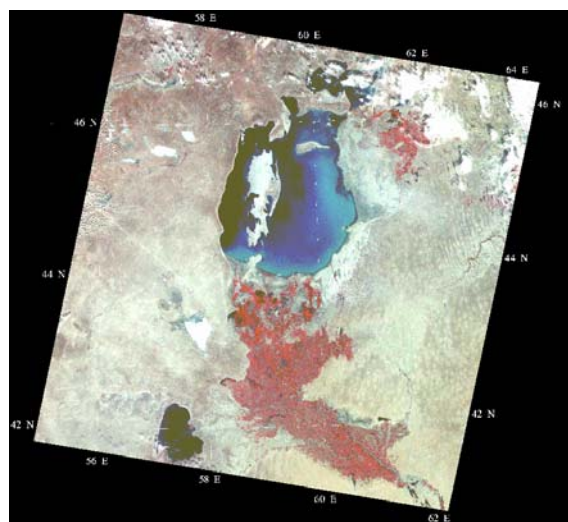


Figure 5.4: Vue satellite du réseau d'irrigation.

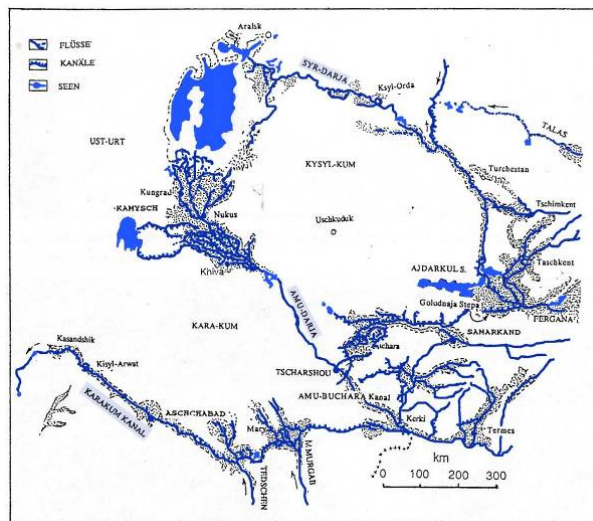


Figure 5.5 Réseau d'irrigation.

dévie des quantités importantes d'eau à l'amont de l'Amu-Darya et alimente toute une bande de culture sur environ 1300km. Le canal est construit principalement dans un sol dit Aridisol qui est un sol avec un fort contenu de calcaire, retrouvé dans les déserts (classification USDA). Le lit du canal de Karakoum n'est pas constitué par un revêtement étanche, 50% de la quantité d'eau sont perdus par évaporation et infiltration dans le sol avant que l'eau puisse être utilisée pour l'agriculture. L'eau restante dans le canal s'infiltré définitivement dans le désert proche de la mer Caspienne.

L'image satellite (Fig. 5.4) montre l'ampleur du réseau d'irrigation dans les environs de la mer d'Aral. La taille du lac de récolte des eaux de drainage en bas à gauche sur la figure est également impressionnante par rapport à la mer d'Aral.

La Figure 5.5 montre les principaux affluents, l'Amu-Darya et le Syr-Darya, le canal de Karakoum ainsi que la forte ramification que forment tous les canaux secondaires. On remarque également divers lacs de rétention dans le système qui servent notamment à laminier les crues et à réguler les apports d'eau pendant les mois de stockage d'eau dans les grands barrages à l'amont des cours d'eau. Dû au grand rapport surface/profondeur ces lacs de rétention sont sujets au processus de sédimentation et d'évaporation, ce qui diminue leur objectif de stocker l'eau. Le système d'irrigation est pourvu de pompes qui servent à réutiliser les eaux de drainage perdues. Les conséquences finales sur la qualité de l'eau présente dans les cours d'eau sont graves.

### **5.2.3 Diagnostic et analyse des sources de problèmes, alternatives possibles**

Le tableau suivant (Fig. 5.6) consiste en une analyse des diverses problématiques liées aux secteurs agricole, énergétique et industriel. Il nous permet en outre d'établir les liens entre les divers secteurs comme l'économie, la santé, les ressources et l'hydrologie. Nous montrons l'interaction de ces différents secteurs et des sources des problèmes pour aboutir aux conséquences observées. Sur la base de ces réflexions, nous proposons des solutions et des alternatives qui nous aident à établir un concept d'irrigation en adéquation avec les multiples contraintes.

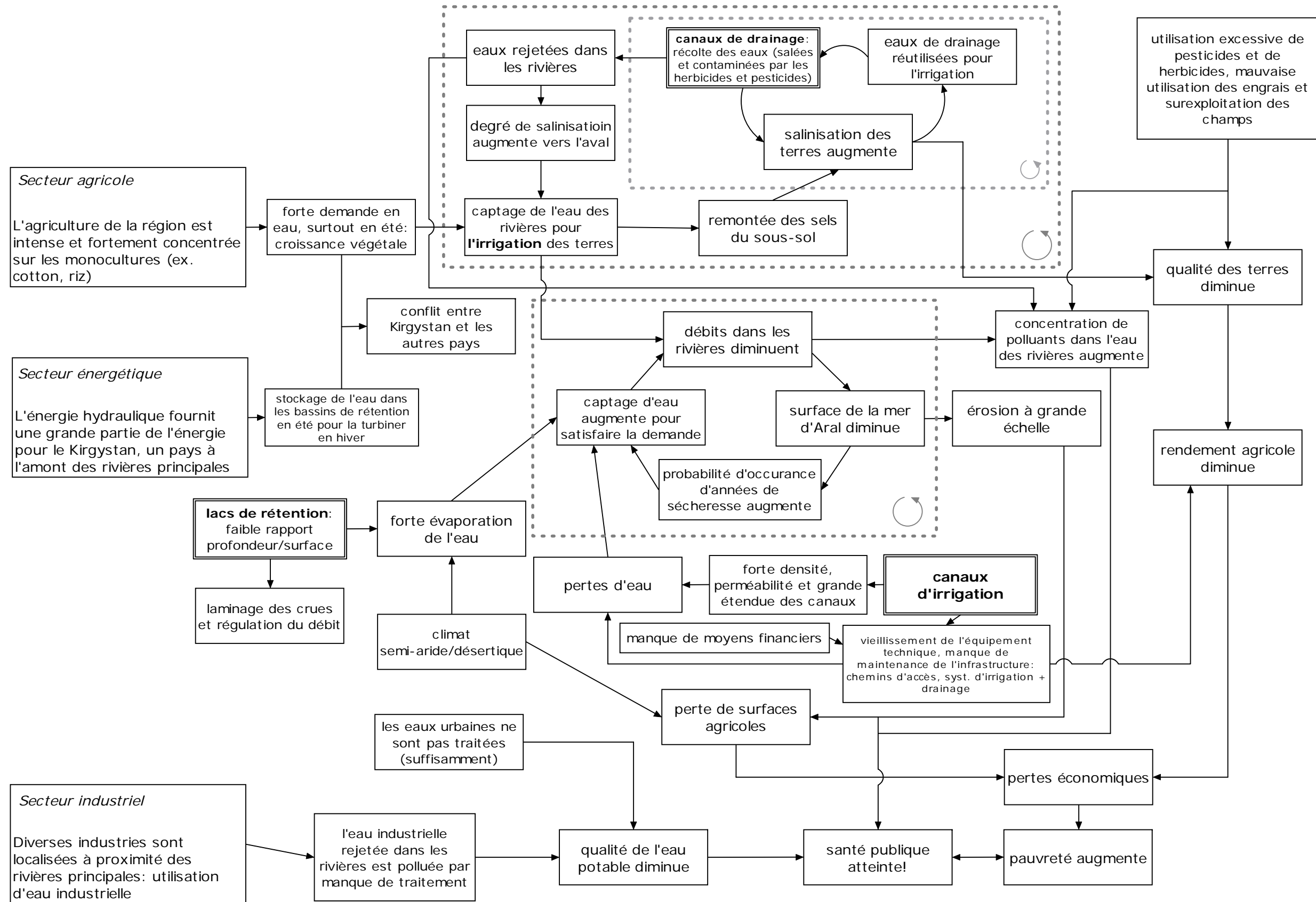


Figure 5.6 : Les problèmes liés à l'agriculture et le système d'irrigation.

Le diagramme (Fig. 5.6) met en évidence les points suivants que nous traitons. Nous proposons à chaque fois des alternatives ou des moyens pour stabiliser ou améliorer la situation.

### Système d'irrigation

Alternatives à la diminution de la qualité de l'eau potable :

- **Taxes** par m<sup>3</sup> d'eau utilisé.
- **Traitement** des eaux urbaines (STEP) et / ou le débit doit augmenter pour diluer la pollution.
- **Traitement** adéquat des eaux industrielles. **Taxes** pour les pollueurs.
- **Instaurations de lois** pour la protection de l'environnement et nécessité d'un **organe de contrôle** et de **gestion des eaux**.
- **Education et sensibilisation** de la population sur la protection de l'environnement.

### Agriculture

Alternatives à la diminution de qualité des terres agricoles :

- **Utilisation adéquate** des engrais et des pesticides combinés avec une exploitation qui préserve la qualité des terres.
- **Diversification des cultures**, en utilisant des espèces qui résistent aussi à une concentration élevée de sels, pour garantir une meilleure productivité des champs et assurer une autosuffisance de la population (Figure 6.7).
- **Diminuer la quantité de pesticide et herbicide** utilisé, voire utiliser des méthodes équivalentes mais bios.
- **Diminuer la salinité des terres** en réduisant les apports inutiles d'eau aux cultures. Utiliser des cultures qui demandent moins d'eau. Drainer l'excès d'eau. Besoin d'un équipement technique adéquat. Changement du type d'irrigation si besoin ; goutte à goutte, aspersion, irrigation enterrée

### Rivières

Alternatives à la diminution du débit dans les rivières :

- **Diminuer** le captage d'eau dans les rivières
- **Diminution** de la rétention des eaux dans les installations hydroélectrique en été
- **Q<sub>tot rivière</sub> = Q<sub>irrigation</sub> + Q<sub>rétention</sub> + Q<sub>résiduel</sub> dans la rivière.** Ceci doit être garanti en tout temps.

### Terres

Alternatives aux pertes des surfaces agricoles :

- **Réduire la salinité** des terres
- **Diversifier** les cultures en instaurant des rotations
- **Réduire les surfaces irriguées** afin de permettre une exploitation optimale dans les lieux les mieux appropriés.
- **Meilleure fiabilité du système d'irrigation** soit par la maintenance soit par son changement partiel

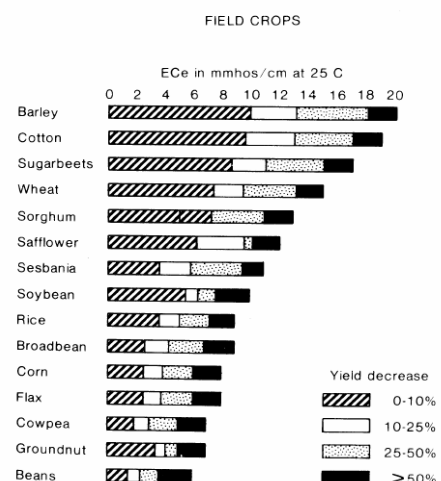


Figure 5.7 : Conductivité électrique pour différentes plantes.



## 5.3 Concepts d'irrigation

Nous retenons deux concepts d'irrigation parmi la multitude de possibilités existantes.

### 5.3.1 Amélioration de l'infrastructure

Comme expliqué plus haut, les pertes d'eau dans le réseau d'irrigation sont considérables. Ces pertes sont dues à deux causes principales : l'évaporation qui est favorisée par le grand rapport surface/profondeur des canaux ouverts et l'infiltration d'eau dans le sol. Il faut donc agir directement sur ces deux aspects pour diminuer les pertes. Une solution simple que nous proposons ici pour y arriver consiste d'une part à approfondir les canaux et diminuer leur largeur pour réduire le rapport surface/profondeur et d'autre part en étanchant le fond des canaux par une bâche ou un polyester. La Figure 6.8 montre le schéma d'une coupe d'un canal avant et après l'intervention.

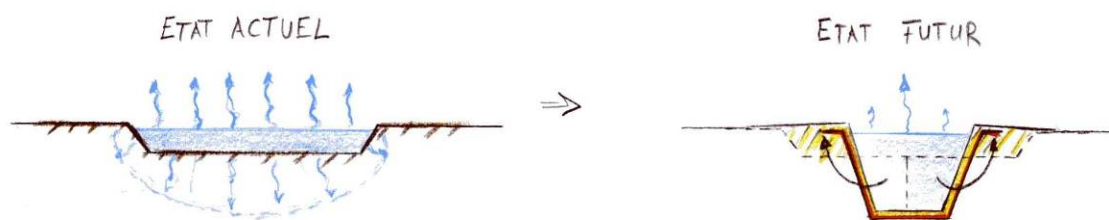


Figure 5.8 : Coupe d'un canal pour l'état actuel et futur.

Nous faisons la distinction entre deux catégories d'infrastructure, à savoir celles qui amènent l'eau depuis la source et celles servant à l'irrigation proprement dit. D'un côté, l'amélioration des canaux est nécessaire pour minimiser les pertes d'eau et de l'autre celle de l'infrastructure de distribution d'eau aux plantes vise une irrigation efficace.



Nous proposons ici une technique plus économique qui dévie directement l'eau depuis les canaux à l'aide des siphons-tubes transversaux qui comportent de micro-trous destinée à une irrigation de précision (Fig. 6.9).

Les paysans et les coopératives qui veulent améliorer leur système d'irrigation recevront une aide financière. Leur contribution permet

ainsi d'accélérer le changement du mode d'irrigation.

Figure 5.9 : Irrigation goutte à goutte.

(Source : <http://photogallery.nrcs.usda.gov/Detail.asp>)

Micklin a estimé les économies d'eau annuelles à  $12\text{km}^3$  pour la rénovation complète d'un système d'irrigation sur 6mio hectares. Mais les coûts d'une telle intervention s'élèvent à US \$ 16 milliards [7]. Une manière de financer ces investissements pourrait être l'introduction d'une taxe sur l'expulsion de sel dans les rivières [8].

### 5.3.2 Amélioration des cultures

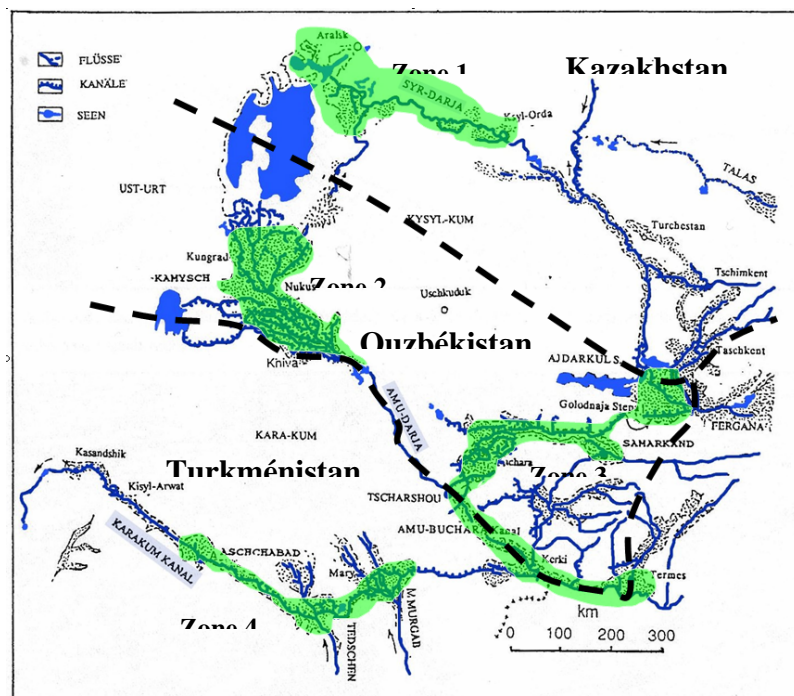


Figure 5.10: Plan des zones.

Le concept de base de cette variante va dans le sens d'un choix de culture le plus adapté possible au milieu. Ainsi les nouvelles cultures doivent pouvoir être résistantes au sel, éviter le plus possible l'utilisation d'engrais, supporter le climat, permettre une meilleure indépendance économique du pays, doivent être suivies d'une éducation auprès de la population et avoir un système d'irrigation adapté.

On décompose notre variante en quatre zones différentes relatives au Kazakhstan, à l'Ouzbékistan et au Turkménistan.

#### 5.3.2.1 Kazakhstan

##### Zone 1 :

Cette zone se situe le territoire Kazakh au nord est de la mer d'Aral. Elle s'étend d'Aralsk à Kzyl-Orda, le long du fleuve.

Etant donné que le Kazakhstan est nettement moins dépendant de l'agriculture pour son économie nationale, il est envisageable de diminuer la surface arable le long du Syr-Darya et de la concentrer autour des deux localités Aralsk et Kzyl-Orda. En améliorant l'efficacité des cultures, la production totale de la région ne serait pas trop diminuée. Ainsi, il est nécessaire de changer de système d'irrigation, en remplaçant les zones irriguées à l'aide de canaux peu efficaces (pertes d'eau et concentration de sel trop importants) par un réseau d'irrigation goutte-à-goutte. Ainsi, les pertes d'eau dues à la mauvaise étanchéité des canaux, la salinisation engendrée par l'utilisation des eaux de drainage pour irriguer et le débit soutiré du Syr-Darya peuvent être diminués. La diversification des cultures n'est pas une priorité, mais peut s'envisager pour améliorer la qualité des sols par exemple.

#### 5.3.2.2 Ouzbékistan

L'Ouzbékistan dépend fortement du secteur agricole et surtout de la culture du coton. Pour le bien de son économie nationale [Annexe 1], il est nécessaire de diminuer le moins possible la surface de terre irriguée et de diversifier ses cultures. Le but est de limiter les importations de produits agricoles qui sont essentiels pour l'alimentation et ainsi diminuer la dépendance aux autres pays.

**Zone 2 :**

Cette zone se situe en Ouzbékistan, au sud de la mer d'Aral. Elle est caractérisée par une grande surface qui s'étend de Ourgentch jusqu'à la mer et se concentre autour de la région peuplée de Nukus.

La majorité de la surface irriguée est conservée à l'exception du lac de récolte des eaux de drainage qui se situe à l'ouest de notre zone. La diversification des cultures est indispensable. Il est judicieux de choisir des plantes qui résistent bien aux sels et qui peuvent apporter un bénéfice à l'autosuffisance économique du pays. L'orge et la betterave sucrière sont très intéressantes de ce point de vue. Néanmoins, il faut garder une certaine production de coton et permettre une transition par étapes. Ce changement de culture implique une nette amélioration du système d'irrigation. On utilise des techniques nouvelles qui diminuent la salinité et qui utilisent moins de débit, comme le système goutte-à-goutte. Ainsi, les eaux de drainage moins polluées peuvent être acheminées vers la mer d'Aral et la quantité d'eau captée de l'Amu-Darya sera diminuée. Ceci a l'avantage d'augmenter l'apport d'eau dans la mer.

**Zone 3 :**

Cette zone se situe au sud de l'Ouzbékistan entre Khodjent et Tchardjoou le long du canal qui est relié à l'Amu-Darya. On déplace ainsi les terres irriguées trop retirées vers le canal et le fleuve. Ceci permet de limiter les pertes d'eau et d'énergie d'acheminement dues à l'éloignement. La surface totale reste pratiquement la même. Les cultures et les méthodes d'irrigation doivent être choisies de la même manière que pour la zone 2.

**5.3.2.3 Turkménistan****Zone 4 :**

Cette zone se situe entre Nebit-Dag et Mary le long du canal Karakoum. L'agriculture occupe une grande part de la population (48,2%), mais sa contribution au PIB du pays est relativement faible (20,9% du PIB) [Int14]. L'idée est de tendre vers une amélioration du système d'irrigation, combinée avec une faible diminution des terres exploitées et sans changement majeur de type de culture. Malheureusement, ces mesures risquent de laisser des gens sans travail. Il est donc nécessaire de reformer une grande partie de ces personnes travaillant dans le secteur agricole aux travaux d'entretien du nouveau système d'irrigation. On compte sur une augmentation de l'efficacité et de la productivité pour compenser la diminution des terres et sur une redistribution des tâches de travail pour limiter les pertes d'emplois.

De ce fait, la majorité des surfaces irriguées est conservée à l'exception des terrains les plus éloignés du canal. Ceci permet de limiter les pertes d'eau et d'énergie dues au transport. Un regroupement des terres cultivées à proximité du canal permet de faciliter la gestion des terres irriguées.

Il est possible d'envisager la conversion d'une partie de l'exploitation de coton au profit de cultures de céréales qui résistent mieux au sel, comme l'orge par exemple. Ainsi il y aurait une moins grande dépendance vis-à-vis des importations de céréales. Cette mesure n'est pas une priorité.

## **5.4 Conclusion**

L'ensemble des mesures proposées va dans le sens d'un choix approprié des cultures, d'une augmentation du rendement de celles-ci et d'une meilleure utilisation de l'eau. Les conséquences de ces mesures sont une diminution globale de la consommation d'eau et donc un apport supplémentaire pour la mer d'Aral. En plus, grâce à l'utilisation de cultures et d'un système d'irrigation adaptés, une amélioration de la qualité de l'eau peut être obtenue. Les moyens mis en œuvre sont la diminution de l'utilisation d'engrais et la suppression des cycles de salinisation qui sont dus à la réutilisation des eaux de drainage. La diminution de la concentration de sels et de produits chimiques dans l'eau potable engendre une amélioration des conditions sanitaires de la population. La diversification et les rotations de cultures améliorent la qualité du sol et sa productivité.

Par contre, ces mesures ne sont pas sans aucune conséquence pour la population. La taille des surfaces agricoles à modifier est importante. Les réformes agricoles doivent recevoir le soutien de la majorité de la population et doivent être appliquées par les autorités responsables avec rigueur. Les politiques doivent établir une collaboration extrêmement efficace avec les pays concernés afin de résoudre le problème tout en garantissant les intérêts de chacun. Il est nécessaire de créer une organisation supranationale (Kazakhstan, Ouzbékistan, Tadjikistan, Turkménistan, Kirghizstan (énergie hydraulique)) dont la tâche est la gestion et la répartition de l'eau. Malheureusement, les systèmes politiques ne sont pas officiellement très démocratiques et la volonté de résoudre le problème conjointement n'est pas évidente.

## 6 Politique, économie et environnement

### 6.1 Introduction

L'Asie centrale possède une diversité ethnique et religieuse très importante, qui marqua fortement le paysage politique depuis la chute de l'union soviétique en 1991. A l'éclatement de ce dernier, les pays de cette région entrèrent pour la première fois dans l'ère de l'indépendance. Désormais livrés à eux-mêmes, ce sont les anciens dirigeants soviétiques qui se partagent le pouvoir. Ils instaurent dès lors une démocratie de façade, mais continuent à diriger leur pays d'une main de fer, laissant très peu de place aux opinions divergentes.

N'ayant plus d'identité soviétique, n'étant plus rattaché à Moscou, les dirigeants des nouveaux pays d'Asie centrale décident donc de mettre en valeur la nation et le cercle dirigeant. Dès lors, ces « faux-frères » de pays, se livrent une concurrence quant à leur développement et nationalisent les entreprises énergétiques et de matières premières laissée par le régime soviétique. Depuis, l'organisation globale de cette région pensée par Staline puis perpétuée par ses successeurs disparaît au profit d'une gestion nationale. Le principal problème est que ces pays ont été pensés pour fonctionner ensemble les uns palliant les manques des autres, le plan général étant décidé par Moscou. Rompant cette collaboration, les différents pays se referment sur eux-mêmes, privatisant leurs ressources, essayant de vivre avec leurs propres ressources, sans coopérer avec leurs voisins. La gestion globale des ressources dans la région devint catastrophique. Cela est amplifié par une ambivalence économique régionale qui est à souligner : les hydrocarbures sont situés à l'ouest, (sur les bords de la mer Caspienne) et les principales sources hydriques à l'est. Deux fleuves sont à l'origine du développement de la région : La Syr Daria et l'Amou Daria. Les principaux problèmes actuels sont à mettre sur le dos du tracé de ces deux fleuves. Ils traversent effect les cinq Etat d'Asie Centrale, provoquant de véritables problèmes économiques et géopolitiques qui sont à la source de politique de développement opposés.

### 6.2 Diagnostic

#### 6.2.1 Description générale

La région de l'Asie centrale est une unité géographique à part entière. Elle est démarquée par deux grands fleuves : Amou Daria et Syr Daria qui, tous deux, prennent leur source dans les montagnes du Pamir et se jettent dans la mer d'Aral. Tout au long de l'histoire, les populations de la région ont tiré leurs ressources de ces deux fleuves.

Avant notre ère, la route de la soie faisait escale dans cette zone. Cela a amené une grande diversité de culture (influence arabe, turque, persane, asiatique, mongole). Cette diversité a toujours caractérisé la région, et encore actuellement de nombreux peuples y sont présents. Presque tous sont de tradition musulmane et l'islam joue un rôle fortement identitaire dans la région après 70 ans de régime communiste. Cette diversité ethnique a été renforcée par la colonisation russe puis l'installation, par le régime communiste de communautés allemandes dans le nord du Kazakhstan, tchéchènes au sud est, tatares et même coréennes à la frontière avec l'Ouzbékistan. Les Kazakhs sont tout juste majoritaires 53 % dans leur pays où près de 30 % de la population est russe. Pour les quatre autres pays, on remarque que pour chacun, la majorité de la population est originaire de son pays. (Annexe : figure 6.2) Cela se voit d'avantage avec les différentes religions. Le Kazakhstan étant composé d'une partie russe

significative, il est le seul à avoir un taux de religion orthodoxe de plus de 40 pourcent. (Annexe : figure 6.3)

La configuration actuelle de la région est due à l'influence russe, puis soviétique. Cinq Républiques sont issues de l'ère soviétique : le Kazakhstan, l'Ouzbékistan, le Turkménistan, le Tadjikistan et le Kirghizstan. Le contour de ces pays a été défini sous le soviétisme pour des raisons politiques et l'on constate que les différents peuples de ces régions ne sont pas répartis suivant les frontières (Annexe : figure 6.4). Dans chaque pays une majorité gouverne plusieurs minorités ; d'où certaines tensions interethniques.

En 1991, quand ces pays ont acquis leur indépendance, on a constaté un nationalisme puissant et une volonté de se démarquer de la Russie et des pays voisins. Ces peuples ont donc dû aller chercher une identité et même une légitimité nationale dans une histoire pré-soviétique. Construction nationale ne rime pas du tout avec démocratisation, tous ces états ont gardé les normes et les réflexes soviétiques, des régimes autoritaires se sont mis en place, les idéologies nationalistes se sont substituées au communisme, les élites au pouvoir sont les mêmes qu'à l'époque soviétique et elles gardent les avantages économiques fournis par la richesse même de ces pays.

## **6.2.2 Contexte politique, économique**

Le problème de la mer d'Aral remonte au siècle passé et est issu de multiples facteurs. Après une description des problèmes de la région de l'Asie centrale en général, nous allons préciser le contexte politique des principaux pays.

### **6.2.2.1 Le problème de l'eau**

L'eau crée un certain nombre de tensions entre les pays qui la détiennent (Kirghizstan et Tadjikistan) et ceux qui la consomment (Ouzbékistan, Kazakhstan). A l'époque soviétique, le Kirghizstan relâchait, avec le barrage de Toktogul (barrage sur la Syr-Daria), environ 75 % de son eau en été et le reste en hiver. L'électricité produite fournissait l'Ouzbékistan et le Kazakhstan et en échange le Kirghizstan recevait des hydrocarbures. Avec la fin de la gestion commune de l'URSS, ce système est remis en cause notamment avec l'augmentation du prix des hydrocarbures. Le fuel étant devenu plus cher, les habitants du Kirghizstan préfèrent se chauffer à l'électricité. Pour répondre à cette demande et pour contrer l'effet de l'augmentation du prix des hydrocarbures, le Kirghizstan a commencé au début des années 1990 à relâcher moins d'eau en été et plus en hiver. Cela a engendré des tensions à plusieurs reprises avec les fermiers ouzbeks et Kazakhs qui n'ont pas eu assez d'eau pour l'irrigation en été mais trop en hiver.

Ces tensions dues à la gestion de l'eau sont souvent envenimées par les mauvaises relations entre états où les accords de gestion commune des ressources, quand ils sont signés ne sont pas respectés.

### **6.6.2.2 Problème du coton**

Pour comprendre l'économie des pays liés à la problématique de la mer d'Aral, il faut remonter jusqu'au XIX<sup>ème</sup> siècle. A cette époque, l'apport de coton aux usines russes a été stoppé, à cause de la guerre de Sécession américaine. Il a donc fallu trouver une autre solution

pour la Russie pour s'approvisionner en coton. Le gouvernement russe décide donc de donner des crédits aux producteurs de coton et d'imposer des taxes supplémentaires sur le coton importé afin d'augmenter sa culture en Russie. En 1919, Lénine décrète que l'Asie centrale doit devenir totalement indépendante face aux importations de coton en garantissant une irrigation abondante des terres. Dans les années soixante, le gouvernement soviétique décide de spécialiser économiquement chaque république en fonction de ses atouts naturels. L'Ouzbékistan se voit donc donner le rôle de producteur de coton de l'URSS. Suite à cette nouvelle politique, les surfaces d'irrigations explosent et l'épuisement des ressources en eau de la mer d'Aral se fait ressentir.

### **6.2.2.3 Politique face à la religion / Influence de l'intégrisme religieux :**

Les mouvements fondamentalistes sont souvent la seule opposition face au système politique répressif et le seul soutien social aux populations face à la dégradation de la situation socio-économique. L'idéologie islamiste niant la notion de frontière, on observe un ravivement des tensions entre états qui s'accusent mutuellement d'héberger sur leur sol des bases arrière des mouvements intégristes. La répression gouvernementale favorise la radicalisation des mouvements islamistes et risque de déstabiliser l'ensemble de la région avec des conséquences en chaîne. La vallée de Ferghana est devenue une zone de transit de la drogue venant d'Afghanistan.

Autre conséquence : la Russie dans sa lutte en Tchétchénie veut empêcher que la région ne serve de soutien aux mouvements séparatistes ainsi que de canal de communication pour le terrorisme international. Il en est de même pour la Chine qui craint le séparatisme des ouïgours, un peuple turcophone et musulman vivant dans la province du Xinjiang. C'est donc ce contexte qui a poussé Pékin à initier, avec Moscou, une organisation de coopération de Shanghai (OCS) qui réunit autour d'elle la Russie, la Chine et les pays d'Asie centrale, pour tenter de gérer en commun les questions de sécurité et de lutte contre le terrorisme islamiste.

Les mouvements islamistes sont eux-mêmes une réponse identitaire, une réponse à la pauvreté et une réponse à l'absence de démocratie

Les deux principaux pays de la région, l'Ouzbékistan et le Kazakhstan, sont aussi les pays limitrophes de la mer d'Aral. C'est pourquoi nous allons détailler leur système politique en annexe.

## **6.2.3 Politique et économie face au problème de la mer d'Aral**

### **6.2.3.1 Des politiques concurrentes et contradictoires depuis la chute de l'URSS**

Les problèmes écologiques relatifs à la mer d'Aral ne datent pas d'hier. Les premiers symptômes ont été observés dans les années 30. Toutefois la chute du bloc soviétique n'a pas amélioré la situation.

En effet, l'effondrement de l'URSS a entraîné un arrêt des apports financiers et scientifiques venant de l'ancienne union soviétique et les cinq nouveaux états d'Asie centrale n'ayant plus de moyens de mener leurs recherches, les programmes d'aide ont alors été stoppés. De plus chaque état a mené sa propre politique de développement et d'environnement aux dépens des autres contrairement à la période soviétique où les actions étaient relativement coordonnées par le Ministère soviétique des réclamations et de la gestion de l'eau. Enfin, les principales

causes des problèmes de développement sont une gestion inefficace, la non-participation de la société civile, un faible recours aux experts mondiaux, une grande insuffisance des échanges d'informations, des programmes d'éducation et des capacités.

### **6.2.3.2 Années 1990, premiers pas vers une concertation**

Les problèmes concernant la mer d'Aral se sont accentués. Il a ainsi fallu attendre une prise de conscience collective pour prendre des décisions et réunir les dirigeants dans différentes conférences dans le but de coordonner les actions des différents pays en suivant des lignes de conduite communes.

En 1993, les états se sont réunis à la conférence de Kzyl-Daria. Une décision a été prise pour créer un fond international pour les problèmes du bassin de la mer d'Aral.

En 1994, une nouvelle réunion est organisée à Nukus où se sont retrouvés les responsables des 5 pays d'Asie centrale, la banque mondiale, la communauté européenne ainsi que l'UNESCO. Un programme est élaboré, visant à relancer les recherches dans le bassin de la mer d'Aral, ainsi qu'à aider les populations touchées par cette catastrophe écologique.

Toutefois Vefa Moustafaev, responsable du projet de l'UNESCO, souligne un point important : « *Une chose est sûre, la mer d'Aral ne retrouvera jamais son niveau originel. Il faut donc concentrer nos efforts sur la préservation du niveau actuel des eaux et aider les riverains à s'adapter à cette nouvelle situation.* »

De 1995 à 1999, des dizaines de programmes et des stratégies ont eu lieu entre les différents pays d'Asie centrale comme la NEAP (National Environmental Action Plan), The National Strategy and Action Plan for the Preservation and Balance Use of the Biological Diversity, National Action Plan for the Desertification Control...

Notons que tous ces projets ont pour la plupart été peu bénéfiques et seulement à court terme de part la période de transition qui en a réduit les effets. Une autre approche s'imposait, basée quant à elle sur des processus à long terme et plus fiables.

### **6.2.3.3 Une unité renforcée dans les années 2000**

De nouvelles perspectives apparaissent avec la création d'un groupe de travail s'impliquant sur les ressources en eau et en énergie dans le cadre du programme spécial des Nations Unies pour les économies de l'Asie centrale (SPECA). Ces réunions ont débuté en novembre 1998 pour se poursuivre les années suivantes au rythme de 2 à 3 par an. Rien de réellement effectif n'a été mis en place, les gouvernements n'étant pas suffisamment impliqués en particulier celui du Turkménistan.

En 2003 a eu lieu la cinquième conférence ministérielle des nations unies pour un environnement pour l'Europe. Il s'agissait d'une invitation à un partenariat pour la mise en œuvre de l'Initiative de l'Asie centrale pour le développement durable. L'intervention des parties prenantes et de la collectivité était primordiale. Les 5 gouvernements ont alors appelé à soutenir les efforts faits par les pays pour le développement durable, à commencer l'élaboration d'un accord multilatéral de partenariat de toutes les parties prenantes et à développer les nouvelles phases du Programme du bassin de la mer d'Aral jusqu'en 2010 ainsi qu'à coordonner les efforts de tous pour réaliser au mieux les objectifs.



Cependant avec le recul, on observe qu'il existe une certaine concurrence entre les différents ministères chargés de l'environnement qui, malgré les accords, ne coopèrent pas comme ils le devraient. De plus, la mise en œuvre de la gestion est rendue difficile par le pouvoir limité de ces mêmes ministères, de leurs restructurations interminables, leurs réductions d'effectifs ou encore la faiblesse des ONG sensées représenter les opinions des collectivités locales.

La plupart des experts pensent que le processus sera accéléré lorsque les pays d'Asie centrale auront adopté une stratégie commune d'utilisation rationnelle et de protection des écosystèmes.

L'agenda 21 joue un rôle primordial dans la gestion des problèmes actuels de la mer d'Aral. Il s'agit d'une déclaration adoptée par de nombreux pays à Rio de Janeiro en 1992, qui fixe un programme d'actions pour le XXI<sup>e</sup> siècle dans des domaines tels que la gestion des ressources en eau en s'orientant vers un développement durable. Ainsi l'Agenda 21 suppose un renforcement de la coopération en vue d'atteindre un consensus sur les objectifs communs, d'échanger des informations plus librement et de faire participer les parties prenantes à la prise de décision.

En 2003 à Douchanbé, le Directeur général de l'UNESCO, *Koïchiro Matsuura a annoncé un nouveau projet pour l'étude du bassin de la Mer d'Aral sous l'égide du Programme mondial d'évaluation des ressources en eau. La nouvelle étude s'appuiera sur des recherches précédentes conduites par des agences des Nations Unies, notamment sur un rapport spécial de l'UNESCO analysant les risques de conflit et le potentiel de coopération entre les Etats du bassin.*

*L'Année internationale de l'eau douce servira de base pour encourager ce type de travail. La résolution de l'ONU proclamant l'année 2003 « Année internationale de l'eau douce » a été lancée par le gouvernement du Tadjikistan et soutenue par 148 autres pays. Elle incite les Etats, le système des Nations Unies et tous les autres acteurs non gouvernementaux et économiques à sensibiliser à l'importance de l'utilisation, de la gestion et de la préservation durables de l'eau douce.<sup>1</sup>*

Les derniers accords en date, sur lesquels les différentes filiales de l'ONU peuvent s'appuyer afin de travailler, furent établis au printemps 2005. Le Tadjikistan a organisé, dans le cadre de l'*International decade for action « water for life » 2005-2015, l'international conference on regional cooperation in transboundary river basins*, à Douchanbe.<sup>2</sup>

En 2006, a eu lieu la Déclaration d'Urumqi qui a statué le fait que les pays d'Asie centrale devraient pendre des initiatives de coopération nationale dans leur propre plans de développement. Cette conférence s'est tenue en partenariat avec l'ADB (Asian Development Bank). Différents objectifs ont été formulés comme le renforcement du pôle régional, de coordonner les recherches, de réaliser des programmes de protection de l'environnement.

Durant les 15 dernières années plusieurs dizaines de conférences, réunions, assemblées, groupes de travail ont mis en place des plans d'action globaux mettant en collaboration l'ensemble des acteurs politiques, économiques et sociaux de la région d'Asie Centrale (Voir annexes avec tableau récapitulatif des réunions entre 1992 et 2001<sup>3</sup>). Toutes ces conférences n'ont pour la plupart du temps pas conduit à des actions concrètes tant pour la population que pour le problème de la mer d'Aral.

---

<sup>1</sup> [http://www.unesco.org/water/news/arak\\_sea\\_initiative\\_fr.shtml](http://www.unesco.org/water/news/arak_sea_initiative_fr.shtml)

<sup>2</sup> [http://www.transwaterconference2005.org/english/final\\_docs\\_eng.pdf](http://www.transwaterconference2005.org/english/final_docs_eng.pdf)

<sup>3</sup> Progress Review In Realization Of The Agenda 21, 2001

Toutefois certaines avancées ont été réalisées comme le mentionne le document publié en 2001 « Progress Review In Realization Of The Agenda 21<sup>1</sup> » qui dresse un premier bilan des efforts réalisés par rapport à l'Agenda 21. Les problèmes soulevés sont de nature très différente. D'abord, le faible taux démographique accentué par une forte mortalité infantile ne favorise pas le développement économique. De plus, l'entrée dans l'économie de marché a été brutale. Cela a eu un fort impact sur la majeure partie de la population (écart pauvre-riche très fort et en s'accroissant, très fort exode rural). L'Etat est très endetté et cela ne va pas en s'améliorant et la gestion des fonds internationaux a manqué de transparence jusqu'à présent. Des structures de développement (écologie agriculture) sont en place dans les différents pays mais la coordination est mauvaise et cela est mal exploité.

Ainsi, nous allons proposer, via l'analyse de l'Agenda 21 une structure hiérarchisée internationale assurant l'application des multiples propositions précédemment élaborées.

### **6.3 Analyse de l'Agenda 21**

L'agenda 21 est un plan d'action pour la croissance d'un pays, d'une région, dans la voie du développement durable. Il prévoit une gestion économique, sociale et environnementale de manière équitable et supportable pour le XXI<sup>e</sup> siècle. Ce Programme a été développé en 1992, lors du sommet de la terre de Rio de Janeiro, sous l'égide des Nations Unies (ONU) et a ensuite été adapté lors de conférences suivantes. Il regroupe 1200 recommandations réparties en quatre sections concernant les sujets suivants : la santé, le droit au logement, la pollution, les mers, les forêts, les montagnes, la désertification, les ressources en eau, l'assainissement, l'agriculture et les déchets.

Nous avons hiérarchisé les différents chapitres en fonction de leur importance vis-à-vis du problème de la mer d'Aral sous la forme du tableau donné ci-dessous. Ces chapitres comportent les principaux objectifs et moyens que doivent se fixer les gouvernements en vue de planifier le développement de la région face aux problèmes relatifs à la catastrophe écologique de la mer d'Aral.

Les priorités sont signalées par les chapitres en bleu foncé. Toutes les attentions et les décisions doivent se focaliser sur ces sujets indispensables à l'évolution de la région. Néanmoins il est nécessaire de prendre en compte les sujets d'importance secondaire car ils représentent pour la plupart un réel défi sur le long terme.

Ce tableau synthétise l'analyse réalisée en annexe. Chaque chapitre jugé pertinent a été résumé et analysé. Pour chacun nous avons soumis un certain nombre de recommandations indispensables à la concrétisation des objectifs fixés par le chapitre.

---


<sup>1</sup> Regional Environmental Centre for Central Asia : *Central Asia Progress review in realization of the agenda 21*, Almaty Kazakhstan, 2001 (www.un.org)

## AGENDA 21 - Analyse des différents chapitres en relation avec la Mer d'Aral

Source: [http://www.agora21.org/rio92/A21\\_html/A21\\_1.html](http://www.agora21.org/rio92/A21_html/A21_1.html)

 Importance primaire

 Importance secondaire

 Faible importance

		Economie/social	Politique	Environnement
<b>Section 1: SOCIAL ET ECONOMIQUE</b>				
2	<b>Coopération internationale</b> visant à accélérer le Développement Durable dans les pays en développement et politiques nationales connexes	XX	X	
3	Lutte contre la <b>pauvreté</b>	XX	X	
4	Modification des modes de <b>consommation</b>	XX	X	
5	Dynamique <b>démographique</b> et durabilité	XX	X	
6	Protection et promotion de la <b>santé</b>	XX	X	
7	Promotion d'un modèle viable d' <b>établissements humains</b>	XX	X	
8	Intégration du Processus de <b>Prise de Décisions</b> sur l'Environnement et le Développement		XX	
<b>Section 2: RESSOURCES</b>				
9	Protection de l' <b>Atmosphère</b>		X	XX
10	Conception intégrée de la Planification et de la <b>Gestion des Terres</b>		X	XX
11	Lutte contre le <b>déboisement</b>		X	XX
12	<b>Gestion des écosystèmes fragiles: Lutte contre la désertification</b> et la sécheresse		X	XX
13	Gestion des écosystèmes fragiles: Mise en valeur durable des <b>montagnes</b>		X	XX
14	<b>Promotion d'un Développement Agricole et Rural Durable</b>		X	XX
15	Préservation de la <b>Diversité Biologique</b>		X	XX
16	Gestion écologiquement rationnelle des <b>Biotechniques</b>		X	XX
17	Protection des <b>océans</b> et de toutes les <b>mers</b> -y compris les mers fermées et semi-fermées - et des zones côtières, et protection, utilisation rationnelle et mise en valeur de leurs ressources biologiques		X	XX
18	Protection des ressources en <b>eau douce</b> et de leur qualité: Application d'approches intégrées de la mise en valeur, de la gestion et de l'utilisation des ressources en eau		X	XX
19 / 22	Gestion écologiquement rationnelle des <b>substances chimiques toxiques, déchets dangereux, déchets solides et eaux usées, déchets radioactifs</b>		X	XX
<b>Section 3: GRANDS GROUPES</b>				
24	Action mondiale en faveur de la participation des <b>Femmes</b> à un développement durable et équitable	XX	X	
25	Rôle des <b>enfants et des jeunes</b> dans la promotion d'un développement durable	XX	X	
26	Reconnaissance et renforcement du rôle des populations <b>autochtones</b> et de leurs communautés	XX	X	
27	Renforcement du rôle des <b>Organisations Non Gouvernementales: Partenaires pour un développement</b>	X	XX	
28	Initiatives des <b>Collectivités Locales</b> à l'appui de l'AGENDA 21	X	XX	
29	Renforcement du Rôle des <b>Travailleurs</b> et de leurs <b>Syndicats</b>	XX	X	
30	Renforcement du rôle du <b>Commerce et de l'Industrie</b>	XX	X	
31	Communauté <b>scientifique et technique</b>	XX		
32	Renforcement du rôle des <b>agriculteurs</b>	XX	X	
<b>Section 4: MOYENS</b>				
33	<b>Ressources et mécanismes financiers</b>	XX	X	
34	Transfert de techniques écologiquement rationnelles, coopération et création de capacités	XX	X	
35	La <b>science</b> au service d'un développement durable	XX	X	
36	Promotion de l' <b>éducation</b> , de la sensibilisation du public et de la <b>formation</b>	XX	X	
37	Mécanismes nationaux et coopération internationale pour le <b>renforcement des capacités</b> dans les pays en	XX	X	
38	Arrangements <b>institutionnels</b> internationaux	X	XX	
39	Instruments et <b>mécanismes juridiques</b> internationaux	X	XX	
40	L' <b>information</b> pour la prise de décisions	X	XX	

## 6.4 Proposition de plan d'action

Mise en évidence de l'importance du domaine politico-économique dans la réalisation d'un plan d'action est un élément primordial. L'Agenda 21 quantifie le volume des ressources financières nécessaires pour mettre en place des interventions appropriées dans chaque domaine concerné. Nous nous sommes rendu compte que le volume de ces financements est difficilement quantifiable de par sa taille. Il est donc difficile de les gérer correctement, autant pour les pays en voie de développement que pour les pays développés. L'importance d'une collaboration au niveau international est donc primordiale, compte tenu des avantages qui en résulteront. De plus, la non-application des concepts de l'Agenda 21 générerait des coûts plus importants que ceux induits par sa réalisation.

La rédaction complète d'un Agenda 21 pour la problématique de la mer d'Aral, comprenant les objectifs et les moyens nécessaires, représente un processus long et difficile. Un gros travail d'analyse des problèmes et une coordination entre plusieurs spécialistes dans les différents domaines sont nécessaires. D'ailleurs, nous avons mis l'accent sur l'importance du contexte politique. Le cadre politique doit évidemment mettre à disposition des instruments et des moyens nécessaires aux différents auteurs pour l'application de l'Agenda 21. Des politiques intégrées en termes d'environnement et de développement durable sont donc indispensables.

Il est évident que la résolution du problème ne se limite pas à des actions ponctuelles de court terme mais implique une gestion globale coordonnée et une collaboration absolue entre les cinq pays d'Asie centrale. En outre, les politiques actuelles de la région ne permettent pas une gestion autonome des ressources financières et les collaborations inter-états n'ont jusque là produit aucune action concrète.

De fait, il nous semble nécessaire, avant de proposer des solutions remédiant à des problèmes concrets comme la santé, la gestion de l'eau..., de mettre en place des institutions fortes capables d'assurer l'application des propositions.

La structure de telles institutions peut avoir la forme suivante :

Au niveau international une commission est créée comprenant des représentants des cinq pays d'Asie centrale, des experts de l'ONU, la Banque mondiale et des ONG. Cette commission a pour objectif de fixer un plan directeur global suivant une ligne de conduite commune aux cinq états. Elle constitue une tribune pour une collaboration future avec les grandes institutions et les puissances internationales (union européenne, USA, Chine, Russie...). L'objectif est ainsi d'harmoniser les politiques de chacun et d'assurer une crédibilité suffisante pour l'obtention de fonds.

Aux niveaux nationaux, chaque état doit disposer d'une sous-commission, qui constitue l'intermédiaire indispensable entre les grands plans directeurs décidés par la commission et les actions concrètes à effectuer dans chaque cellule.

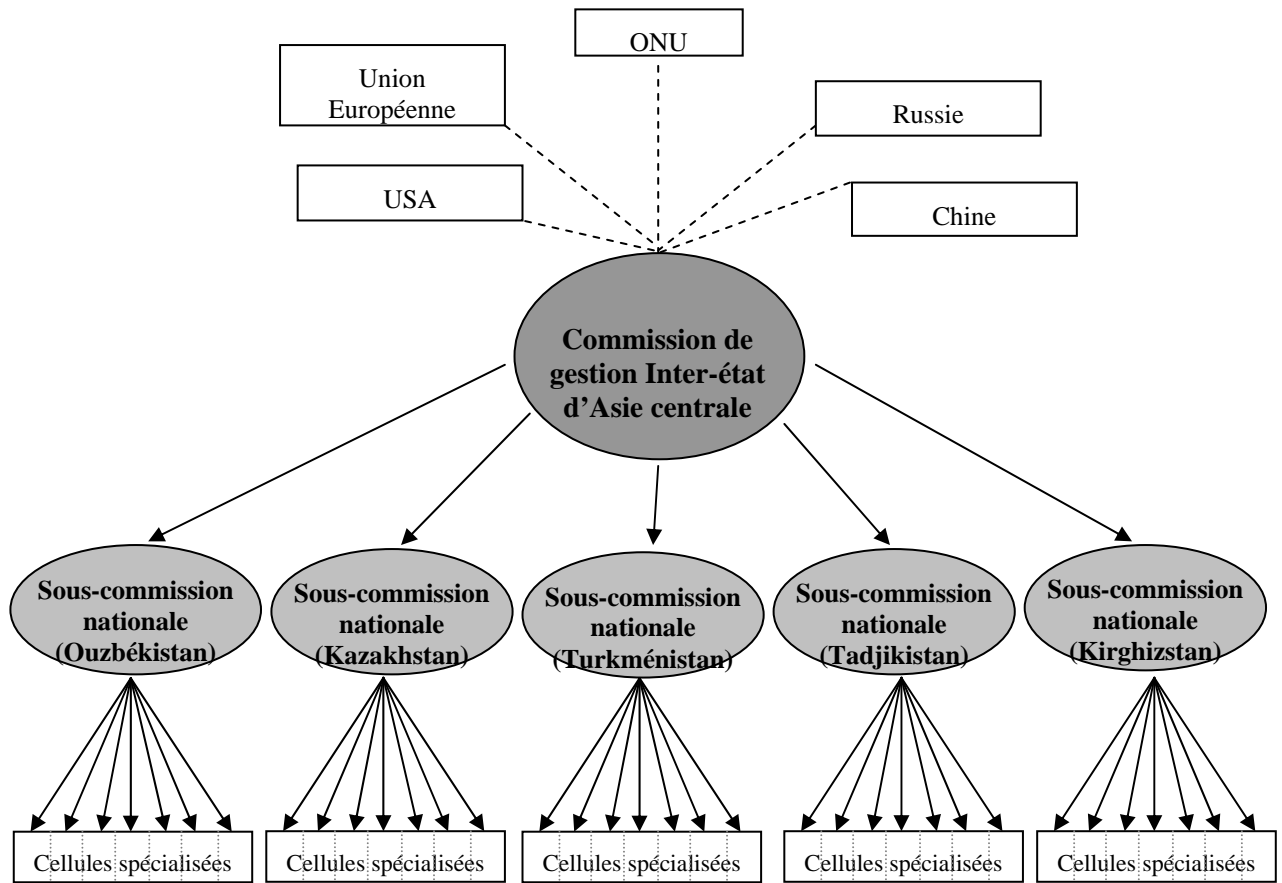
Pour chaque domaine d'intervention (gestion de l'eau, éducation, recherches, santé...), des cellules sont créées comprenant des spécialistes (locaux et étrangers) chargés d'exécuter les mesures à prendre. La population est intégrée équitablement entre les différents groupes (groupes autochtones, femmes...) aux prises de décision et aux actions proprement dites.

Il est à préciser que certaines cellules dans les états existent, déjà spécialisées dans l'environnement.<sup>1</sup>

Cette structure constitue un véritable cadre juridique et institutionnel qui va permettre la réalisation d'actions sur le long terme et une réelle sensibilisation de la population.

---

<sup>1</sup> Progress Review In Realization Of The Agenda 21



Enfin, pour clore ce chapitre, nous avons établi les principales recommandations à appliquer par les décideurs. Pour chaque section de l'Agenda 21, nous avons pris en compte les conclusions et propositions de chacun des groupes pour lister une série de recommandations prioritaires.

### 6.4.1 Section 1: SOCIAL ET ECONOMIQUE

- Mise en place d'**institutions** permettant une meilleure **coordination internationale** en matière de développement
- **Apports financiers** sous forme de dons ou à des conditions concessionnelles, règlement du problème de l'endettement
- **Exonération d'impôts** sur les entreprises créées avec la participation d'investissement étranger
- Faire en sorte que les **politiques internationales** de l'environnement **s'étayent mutuellement** de façon à favoriser un développement durable
- Création d'**emplois rémunérateurs**, développement des infrastructures, du commerce, microcrédits
- **Equilibre** dans les participations aux **prises de décision** (population populaire, femmes...)
- **Gestion optimale des ressources** des pays, transparence et libre circulation des informations
- Politiques nationales tenant compte des **tendances démographiques** en rapport direct avec les questions d'environnement
- **Apport de médicaments** de bases adaptés et développement de voies de diffusion
- Renforcement de l'**aide internationale** et **réforme du système de santé**
- Lutte contre la **malnutrition** par des campagnes de sensibilisation au niveau des écoles
- Amélioration des **établissements humains** (hôpitaux, école, infrastructures de transport...)
- **Intégration progressive des questions d'environnement** et de développement dans les politiques, stratégies et plans économiques, sectoriels et environnementaux par renforcement des structures institutionnelles
- 

### 6.4.2 Section 2: RESSOURCES

- Donner **aux autorités locales** les principales responsabilités quand à **la gestion des ressources**
- **Diversifier** les secteurs **entre agriculture et industrie** pour une reprise de l'économie
- **Approvisionnement en énergie** des lieux reculés et développement et diversification de l'énergie à grande échelle
- **Développement des gisements de ressources minérales** existantes pour bénéficier d'une ressource financière à long terme
- Elaborer des **plans d'affectations** afin de regrouper l'habitat et l'industrie
- Garantir une bonne **couverture du sol** afin d'empêcher l'érosion due au vent
- **Diversifier l'agronomie** en la rendant par exemple plus traditionnelle pour augmenter le rendement
- Développement des cultures dans le but **d'éviter l'érosion** du sol et la **désertification**
- **Former les agriculteurs** afin de garantir cette diversification à long terme
- **Evaluer l'état des zones côtières et l'impact humain** sur la mer afin de les gérer et les protéger
- Développement d'un suivi concernant la **gestion des différentes espèces** animales et végétales afin de garder des écosystèmes viables : Concentrer les efforts sur la petite mer d'Aral
- Améliorer le **transport et le stockage des déchets**
- Réduire le volume de **déchet** en créant un **programme d'information** au près des habitants
- Amélioration de la **gestion du réseau d'eau** et de **l'épuration des eaux usées**, au niveau régional et international (amélioration de la qualité, diminution des pertes, réduire l'eau pompé pour l'irrigation)
- **Assainissement des zones polluées** au plus vite

- Concentration des **efforts sur le maintien de la situation existante de la mer d'Aral** plutôt que d'essayer de reconstituer le niveau original
- **Utilisation des infrastructures de transport existantes**, tout en augmentant leur capacité : favoriser le transport de marchandise
- Développement du **réseau GSM** et téléphonie par satellite

### 6.4.3 Section 3: GRANDS GROUPES

- Favoriser la **participation active des femmes** aux décisions économiques et politiques
- Accroître la proportion des femmes occupant des **postes de décision**
- **Associer la jeunesse aux décisions** en matière d'environnement et de développement
- Accroître **l'enseignement aux enfants et aux jeunes** concernant l'environnement et le développement
- Utiliser les enfants et leurs parents comme des **agents de sensibilisation** des communautés locales quant aux questions d'environnement.
- Créer des **cellules de gestion locales** permettant aux **populations autochtones et aux collectivités locales de pouvoir s'intégrer au processus de décision** en ayant une **marge de décision et des fonds**
- Elaboration de **chartes, de recommandations** énonçant les principes du **développement durable** pour les collectivités locales
- **Regrouper les minorités en collectivités** (femmes, enfants, population autochtone, agriculteurs,...)
- **Participation active des ONG** dans les différents programmes de développement
- Un **cadre légal** afin de garantir de bonnes conditions de travail aux ONG
- Le **financement** des actions des ONG sera fait **par les organisations internationales** pour limiter les pressions sur les Etats d'Asie centrale
- Création de **normes** ou de **codes de conduite**, préconisant une **production écologique de l'industrie**
- **Base de données** de procédés de **production efficace et faiblement polluante**
- Les gouvernements devront **favoriser la création d'entreprises** par des avantages et des incitations
- **Promouvoir une agriculture durable et productive** dans les régions sèches afin d'enrayer l'exode rural

### 6.4.4 Section 4: MOYENS

- Envisager une **suppression progressive de la dette** des états si ceux-ci appliquent des **actions** concrètes de **développement durable**.
- Mise en place d'un **cadre institutionnel** interétatique afin de planifier et de contrôler la bonne exécution des propositions de l'agenda 21.
- **Développer la recherche** et la coopération scientifique en **mettant à disposition des techniques innovantes** et en **appuyant et finançant certains projets**.
- Mise en place d'une **structure d'enseignement** et de formation régionale **apte à fournir une éducation adaptée** aux besoins de chaque région et **intégrer les aspects environnementaux** dans ces programmes ouverts à tous.
- Assurer la possibilité aux ONG d'avoir un **libre accès** à toutes **les données nécessaires** à l'élaboration d'état des lieux et d'interventions.
- **Intégrer** la notion de **développement durable** au sein des **institutions** de chaque pays.
- Développer les mécanismes de **transfert rapide d'informations** grâce à l'insertion de **programmes de développement**.

## 7 Ressources minérales et énergie

### 7.1 Ressources minérales

Les deux pays encerclant la Mer d'Aral, tant le Kazakhstan que l'Ouzbékistan, présentent une richesse remarquable au niveau des ressources minérales. En traitant de l'uranium, le cuivre et d'autres métaux (tungstène, chrome, manganèse, zinc, plomb et fer), les ressources du Kazakhstan se situent parmi les premières moniales et son pays voisin, l'Ouzbékistan, se présente également en tête du classement des réserves en uranium, or, cuivre, zinc et plomb (Voir annexe).

Dans la carte de la figure 7.1 se représentent les régions d'Ouzbékistan qui hébergent les gisements et les lieux d'exploitation principaux pour les minerais en question. On constate que notamment dans les régions à proximité de la Mer d'Aral, il n'y a aucune mine qui est exploitée. Ceci est dû à l'absence des explorations et des prospections détaillées, les efforts financiers (nationaux et internationaux) se concentrant jusqu'à présent sur l'exploitation et l'amélioration des gisements existants. C'est alors dans cette région-là, au Sud de la Mer d'Aral, dans la province de Karakalpakstan, où un potentiel de développement intéressant existe. Plusieurs sources (voir annexe) indiquent l'existence probable notamment de gisements d'or et de cuivre, de grandes réserves d'huile et de gaz, mais aussi d'autres ressources minières.

Dans le but d'exploiter la richesse minière potentielle de la région de la Mer d'Aral et ainsi d'avoir une ressource financière à long terme pour le développement de la région (y inclus tourisme, réseaux de communications, etc.), nous proposons donc de réaliser une exploration et une prospection géologique détaillée afin de pouvoir « prouver » l'existence des gisements mentionnés. Faisons l'hypothèse d'un tel développement minier dans la zone située entre Nukus et la mer d'Aral. L'exploitation de cette zone très reculée nécessiterait un fort développement général de la région qui est actuellement quasi désertique. Ceci passerait bien entendu par une desserte ferroviaire et routière. On verra par la suite (chapitre 9) que la zone en question est située entre des sillons de transport importants déjà existants mais n'offrant pas d'arrêts intéressants. En développant une ville ou des villages basés sur l'exploitation des mines et se situant relativement proche des lignes ferroviaires principales, ces localités pourraient profiter d'un accès intéressant et d'une liaison déjà en place. Suivant la localisation des nouvelles zones d'exploitations il serait peut-être judicieux d'envisager une ligne ferroviaire coupant perpendiculairement ces tronçons selon une liaison entre Nukus et Aralsk par exemple. D'outre, on visera d'intégrer la population locale dans la planification et la réalisation des infrastructures minières et routières ou ferroviaires, premièrement pour tenir compte de l'avis et des vrais besoins de la population, deuxièmement pour générer des emplois dans une région qui a connu un chômage fort dû à l'extinction de la pêche. Evidemment, cette intégration des Ouzbeks dépendra de la structure et la philosophie des entreprises de planification et de construction (probablement internationales) qui seront susceptibles de réaliser le mandat.

Le Kazakhstan aussi possède quelques mines d'or, les plus importantes se situant au Nord du pays près de la ville de Stepnogorsk. Après le collapsus de l'ancienne république soviétique le pays s'est limité à l'exploitation des mines existantes à l'aide d'investissements étrangers. Il serait donc intéressant d'également investir dans la prospection de gisements et l'ouverture de nouvelles mines d'or, car pendant les dernières années le Kazakhstan n'a pas fait de grands efforts à ce niveau-là.



Quant à cette intervention d'entreprises non-ouzbeks et non-kazakhs il est important de mentionner quelques points importants qu'il faut prendre en compte dans l'élaboration de projets de développement :

- Après plus ou moins 4 ans d'auto-alimentation en énergie (Selbstversorgung), qui avait été perdu en 2000 à cause d'énormes fautes de planification et de manques d'efficacité dans le secteur de production, le Gouvernement d'Ouzbékistan est actuellement en train d'essayer d'attirer des investisseurs étrangers. Déjà en 2004, les premiers engagements avaient lieu de part de la Russie et de la Chine. Depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2005, les entreprises créées avec la participation des investissements étrangers profitent d'une exonération d'impôts sur les bénéfices et les biens dont la durée est fonction du volume d'investissement. Il existe donc une situation assez favorable pour des investisseurs étrangers et nous croyons qu'avec l'intention favorable du Gouvernement, un marché attractif peut être créé, surtout pour des entreprises engagées dans le domaine de la prospection des ressources.
- Après l'indépendance en 1991, le Kazakhstan avait dû consulter le savoir-faire et les capitaux de l'étranger et le Gouvernement avait offert de très bonnes conditions (exonération d'impôts, contrats de très longue durée, etc.) aux entreprises occidentales. Depuis quelques années, on commence à considérer la présence des concernes occidentaux grands plutôt comme désavantage et le Gouvernement a mis en place une série de mesures législatives assez restreintes qui ne punissent pas les entreprises déjà en place, mais qui montrent que l'Etat est bien conscient de la valeur des ressources minérales et énergétiques du pays et essaye de prendre plus d'influence dans le secteur de l'énergie.

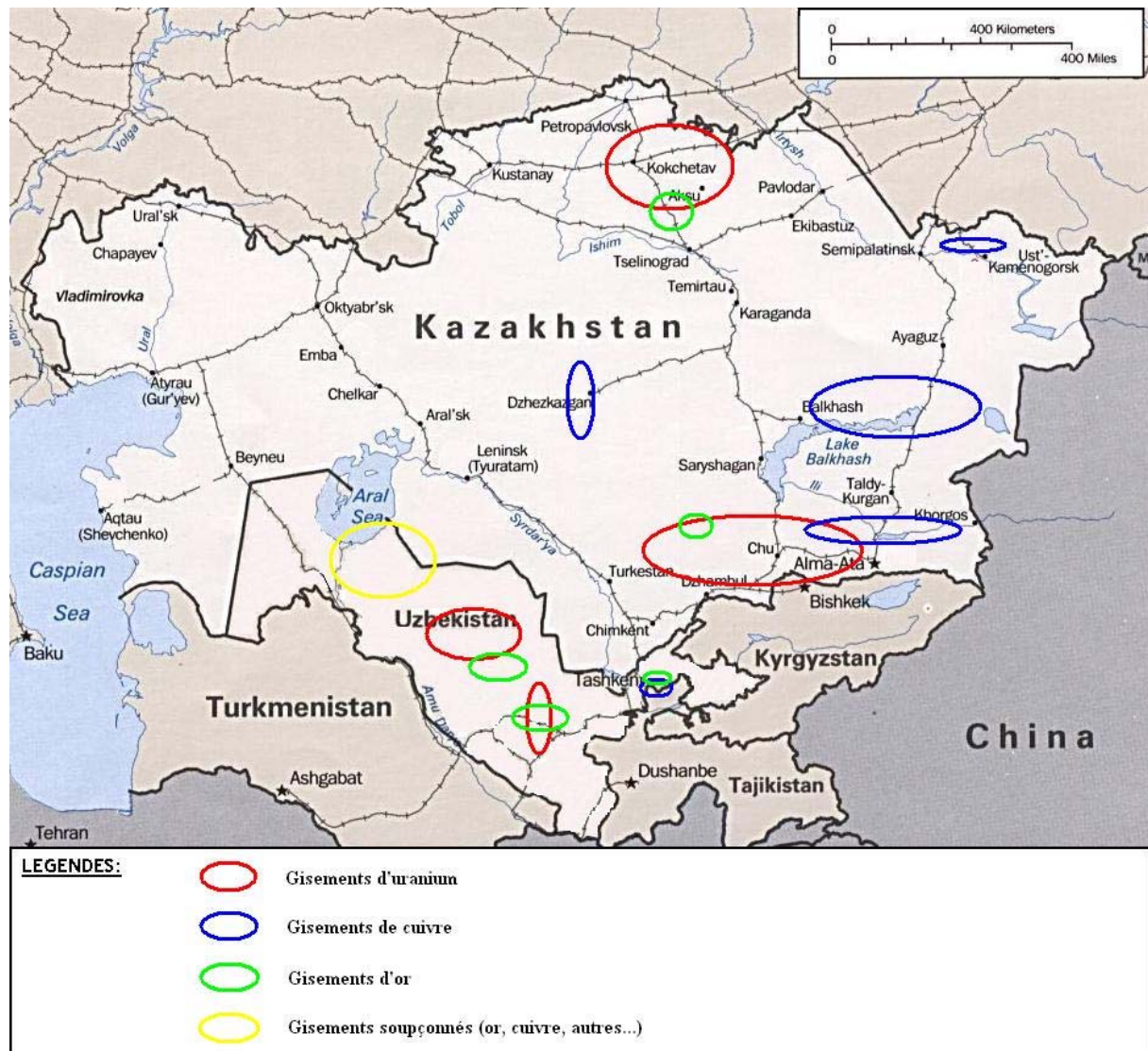


Figure 7.1 : Carte des gisements minéraux

## 7.2 Ressources énergétiques

En vue d'un développement démographique dans les pays concernés, nous avons décidé d'opter pour une politique énergétique reposant sur 4 piliers fondamentaux : le premier consistera à approvisionner les lieux reculés de nos pays concernés par de l'énergie locale et rapidement exploitable. Le deuxième consistera à développer de l'énergie à grande échelle dans le but de répondre à une demande du pays et, si possible, de répondre au pays voisins tel que la Chine, nouveau grand gourmand énergétique. Le troisième aura pour but de diversifier les énergies afin de ne pas dépendre que d'une seule et aussi de permettre de réduire la forte consommation d'énergie non renouvelable, dans le but d'une meilleure utilisation. Enfin, le quatrième pilier supportera la politique du développement durable. Notons que tant le Kazakhstan que l'Ouzbékistan dispose d'un grand potentiel énergétique. Si cette énergie est plus ou moins bien exploitée au niveau du minerai ou des énergies fossiles, elle ne l'est en revanche pas bien répartie. En effet, on observe qu'il existe de grandes carences dans l'exploitation électrique et de chauffage (cf. tableau 7.3).

Afin de maintenir et d'augmenter le niveau de vie d'une population, il faut lui donner la possibilité de fournir de l'énergie. L'augmentation de la population ainsi que son développement se traduit par une forte demande. Il faut toutefois prendre en compte les facteurs géographiques et environnementaux lors d'un bilan d'un développement énergétique. Il va de soit que des instruments, tel que politique, peuvent changer drastiquement la manière que les gens ont de dépenser l'énergie (sans pour autant toucher au niveau de vie). En premier lieux nous pensons que des mesures d'incitation ou de dissuasion peuvent voir le jour. Lorsque l'on observe le tableau 7.3, on constate rapidement que le Kazakhstan et l'Ouzbékistan dépendent uniquement de l'énergie provenant du charbon (pour le Kazakhstan) ou du gaz (pour l'Ouzbékistan) (environ 80%) et de l'énergie hydraulique (environ 20%). Notons que le Kazakhstan détient une plus grande part d'énergie et en dépend moins que son voisin l'Ouzbékistan.

On a donc décidé de développer, pour les deux pays, les énergies suivantes dans les lieux suivants :

Nous pensons que pour le Kazakhstan, dans les 20 ans à venir, il faudrait que :

- La production d'électricité du pays double, en vue d'une augmentation de la consommation ainsi que de son exportation, vers la Chine par exemple.
- Augmenter la capacité des usines électriques et diversifiée la forme de production.
- Augmenter le rapport « Production de l'électricité / Production énergétique » (actuellement d'environ 5%). Soit, d'utiliser l'énergie disponible à des fins électrique.

Les remarques formulées ci-dessus reste les mêmes pour l'Ouzbékistan à la différence près qu'à notre avis l'importation d'électricité est bien trop important par rapport à son exportation (cf. tableau 7.3). Il faudrait trouver le moyen d'équilibrer voire d'inverser la tendance. L'Ouzbékistan a un besoin très important d'énergie. Sur 20 ans nous voudrions augmenter de 300% sa production d'électricité. Pour cela des échanges de matières premières en échange d'électricité devrait être négocié avec le Kazakhstan.

Nucléaire : pour le moment ce pays n'a pas de centrale nucléaire. Nous pensons donc que dans un avenir, il serait bon de redévelopper cette forme d'énergie pour répondre à une demande Kazakh mais aussi étrangère telle que la Chine. L'idéal serait de l'implanter dans une région à forte concentration d'usine d'uranium, évitant ainsi des déplacements excessifs. Des accords devraient être signés pour garantir une bonne gestion des déchets. Elle permettrait de remplacer les origines non renouvelables de production électrique.

Solaire : un manque d'optimisation de cette ressource nous pousse à dire qu'elle n'est pas encore suffisamment intéressante pour le Kazakhstan. Même si l'ensoleillement est intéressant. Données autour de la mer d'Aral : 160 à 120 [kcal/cm<sup>2</sup>] avec de l'air souvent surchauffé [Source groupe hydrologie].

Hydraulique : Connaissant les problèmes que l'on rencontre avec l'eau, nous avons jugés pas nécessaire de surenchérir avec cette énergie. Seul l'entretien voire la reconstruction, nous paraît être une bonne solution dans l'immédiat, afin d'augmenter les capacités.

Biomasse : cette forme d'énergie, encore très peu connue, n'est pas envisageable. L'idée de projet pilote n'est pas encore au goût du jour.

Charbon : cette forme d'énergie, déjà bien exploitée, reste l'énergie non-renouvelable et non remplaçable pour le moment au Kazakhstan. Actuellement, avec les réserves dont le pays dispose, nous pousse à garder cette forme d'énergie peu coûteuse pour le court terme. A long

terme nous espérons, que les autres énergies tendront à baisser cette dépendance au profit d'énergie renouvelable. Ceci dans le but d'une meilleure utilisation telle qu'une exportation vers la Chine.

Gaz : Au Kazakhstan, il faut développer en priorité les réseaux de distribution à l'intérieur du pays pour ne plus avoir à en importer malgré les immenses ressources et bien sûr, vers l'étranger. Profiter des besoins énormes et grandissants de la Chine, puis de l'Inde dans un second temps. Il existe enfin encore un fort potentiel de développement de nouveaux gisements afin d'améliorer la production.

En Ouzbékistan, il s'agira de développer également les réseaux de distribution à l'intérieur du pays et vers l'étranger. Fort potentiel d'augmentation de la production au vu des réserves énormes en multipliant les contrats avec des consortiums.

A noter que la création de l'OPEP du gaz dans cette région devrait sans aucun doute aider ces 2 pays à développer cette ressource et son exportation.

Pétrole : Ressources peu coûteuse. Pour sa propre consommation. Exportation à grande échelle envisagée. Pipeline...

Eolien : Cette énergie a le désavantage énorme de ne pas fournir de l'énergie de manière continue et sûr. Il convient donc de bien l'introduire dans un réseau afin d'augmenter l'apport en jouant sur d'autres formes d'énergie. A petite échelle les zones en vert sur la **carte.energie** doivent être dotées d'éolienne du type « Vestas V80 [2MW] » et « 3.6 MW Série Wind Turbine de GE Wind » qui s'approprient bien pour les pays concernés. Elles fourniraient l'énergie indispensable pour les villes, les infrastructures minières et pétrolières ainsi qu'aux cultures, donnant entre autre la possibilité de pompage des eaux. A grande échelle, les zones en jaune **carte.energie** conviennent bien comme parc de 150 à 200 éoliennes. Elles viendraient compléter le réseau électrique (**carte.energie**). Nous estimons pour les pays concernés, une augmentation d'environ 19 [TWh/an] pour le Kazakhstan et de d'environ 9.46 [TWh/an] pour l'Ouzbékistan de production énergétique supplémentaire, pour un investissement d'environ 2062 millions d'\$US sur 20ans (taux d'intérêt à 7%). Cette somme pourrait être répartie entre la Banque mondiale (50%), les investisseurs étrangers (25%) et les Etats concernés (25%, soit 12.5% pour le Kazakhstan et 12.5% pour l'Ouzbékistan).

Géothermie : La géothermie est l'avenir en termes d'électricité et de chauffage. Tout comme les éoliennes, mais de plus grande ampleur, des centrales sont prévues localement pour chauffer les serres et les petites habitations. D'autres en revanche sont prévues pour fournir les nécessaires aux grandes agglomérations. La **carte.energie** donne les lieux prévus. Une augmentation respective par pays de pour le Kazakhstan et de pour l'Ouzbékistan est prévu.

Au total une augmentation de pour le Kazakhstan et de pour l'Ouzbékistan d'énergie électrique est prévue à court terme sans prendre en compte les éventuelles constructions nucléaire ainsi que l'amélioration du parc hydraulique.

De manière générale, les pays en questions devraient ouvrir leur marché afin de créer une dynamique. Les investissements en jeux sont très importants. Les bénéfices devraient être en partie réinvestis dans l'augmentation et l'entretien du parc énergétique.



Figure 7.2 : Carte des ressources énergétiques

Données	KAZAKHSTAN				OUBÉKISTAN				SUISSE			
	Valeurs	Unités	Année	Sources	Valeurs	Unités	Année	Sources	Valeurs	Unités	Année	Sources
<b>Générale</b>												
Population (millions)	15.19	hab.	2004	[1]	26.85	hab.	2004	[1]	7.36	hab.	2004	[5]
<b>Energie totale</b>												
Production énergétique totale	4.405	EJ	2003	[2]	2.601	EJ	2003	[2]	0.674	EJ	2003	[2]
Importation d'énergie nette	-2.063	EJ	2002	[3]	-0.169	EJ	2002	[3]	638	EJ	2002	[3]
Dépendance sur approvisionnement en énergie externes (importations nettes /consommation d'énergie)	-106.10	%	2002	[3]	-7.80	%	2002	[3]	56.20	%	2002	[3]
Approvisionnement en énergie primaire totale (TPES)	1.945	EJ	2002	[3]	2.166	EJ	2002	[3]	1.136	EJ	2002	[3]
Consommation totale d'énergie	2.211	EJ	2004	[4]	2.227	EJ	2004	[4]	1.214	EJ	2004	[4]
Consommation d'énergie par habitant	39678.08	KWh/hab	2003	[2]	24158.77	KWh/hab	2003	[2]	52095.10	KWh/hab	2003	[2]
<b>Production d'électricité</b>												
Production totale de l'électricité	66.82	TWh	2004	[4]	49.60	TWh	2004	[4]	65.55	TWh	2004	[4]
Thermique	84.30	%	2003	[2]	84.40	%	2003	[2]	1.70	%	2003	[2]
Hydroélectrique	15.70	%	2003	[2]	15.60	%	2003	[2]	54.30	%	2003	[2]
Nucléaire	0.00	%	2003	[2]	0.00	%	2003	[2]	41.20	%	2003	[2]
(Biomasse, vent, bois, géothermie, solaire,...)	0.00	%	2004	[2]	0.00	%	2004	[2]	2.80	%	2003	[2]
Importation d'électricité	2.51	TWh	2003	[1]	10.55	TWh	2003	[2]	30.10	TWh	2003	[2]
Exportation d'électricité	6.00	TWh	2003	[2]	5.36	TWh	2003	[2]	33.20	TWh	2003	[2]
Consommation d'électricité	52.55	TWh	2003	[2]	48.45	TWh	2003	[2]	55.86	TWh	2003	[2]
Consommation d'électricité par habitant	3379	KWh/hab	2002	[3]	1843	KWh/hab	2002	[3]	7989	KWh/hab	2002	[3]
Production de l'électricité / Production énergétique	5.20	%	2002	[3]	7.60	%	2002	[3]	47.80	%	2002	[3]
<b>Capacité de production</b>												
Capacité installée des usines électriques	17.14	GW (e)	2003	[2]	11.75	GW (e)	2003	[2]	17.31	GW (e)	2003	[2]
Capacité électrique installée usines thermiques	87.00	%	2003	[2]	85.40	%	2003	[2]	2.60	%	2003	[2]

Capacité électrique installée usines hydroélectrique	13.00	%	2003	[2]	14.60	%	2003	[2]	76.70	%	2003	[2]
Capacité électrique installée usines nucléaire	0.00	%	2003	[2]	0.00	%	2003	[2]	18.50	%	2003	[2]
Capacité électrique installée autres	0.00	%	2003	[2]	0.00	%	2003	[2]	2.20	%	2003	[2]
<b>Emissions de CO2</b>												
Emissions de CO2	9.72*	tonnes CO2/hab	2003	[2]	4.42*	tonnes CO2/hab	2003	[2]	6.00*	tonnes CO2/hab	2003	[2]
* En majorité dû au charbon				* En majorité dû au GN				* En majorité dû au pétrole				

**SOURCES :**

[1]	WORLD FACTBOOK (2005)
[2]	U.S DOE (2005)
[3]	IEA (2005)
[4]	BP World Energy (2005)
[5]	Eurostat (2005)

**Tableau 7.3:** Tableau des ressources énergétiques

## 8 Paysage et tourisme

### 8.1 Diagnostic de l'état actuel

Les notions que nous allons introduire se limitent à ce qui est utile pour faire une étude sur le tourisme dans la région de la mer d'Aral.

#### 8.1.1 Villes touchées par le retrait de la mer

##### 8.1.1.1 Situation démographique

La région qui nous intéresse est située entre deux pays ; le Kazakhstan et l'Ouzbékistan. La région de la mer d'Aral est très peu peuplée et la population en bordure de mer est quasi inexistante. Aujourd'hui, toutes les villes portuaires ne sont plus au bord de la mer. La régression importante de la population est un trait commun à toutes les ex-villes portuaires. Le détail se trouve en annexe.

##### 8.1.1.2 Paysage et climat

Le paysage de la zone autour de la mer d'Aral résulte du désastre écologique qu'elle a subi. Le « *changement des régimes hydrologiques et hydrochimiques des deltas des rivières Amoudarya et Sirdarya* »<sup>1</sup> affluents de la mer d'Aral sont à l'origine de la disparition de la mer d'Aral, ce qui a eu pour conséquence la dégradation du sol et de la végétation en place. Cette région peu peuplée a une topographie monotone. Le paysage se compose essentiellement de déserts sub-boréaux au nord, et subtropicaux au sud. En effet, 80% du bassin de la mer d'Aral est constitué de plaines désertiques.

Le climat dans cette région de désert est très sec. Il s'agit d'un milieu salin et sablonneux avec des averses rares (20 cm/an), causant pas mal de problèmes de santé et d'approvisionnement en eau potable.

De plus, la région est soumise à des tempêtes emportant les poussières de sable et de sel sur des centaines de kilomètres. On en compte 15 à 75 millions de tonnes par an qui sont déplacées dans cette zone, causant des modifications du paysage et du climat.

##### 8.1.1.3 Problèmes de santé

Les problèmes de santé abondamment traités précédemment ont une influence certaine sur les possibilités de développement du tourisme dans la région. Les problèmes les plus importants dans ce cadre sont traités en annexe.

#### 8.1.2 Tourisme dans la région de la mer d'Aral

##### 8.1.2.1 Accessibilité à la zone d'étude

Actuellement, les touristes voulant se rendre sur les bords de la mer d'Aral y accèdent depuis Tachkent, la capitale de l'Ouzbékistan. De là, ils prennent l'avion jusqu'à Nukus avant de rejoindre Muynak par la route, l'ancienne ville

<sup>1</sup> [www.oaric.com/ouzaral.htm](http://www.oaric.com/ouzaral.htm)



**Figure 8.1** : Accessibilité à la mer d'Aral  
Page 64/203



portuaire du sud de la mer d'Aral, sur une distance d'un peu plus de 200 kilomètres. Les transports entre les différentes villes situées autour de la mer se faisaient auparavant essentiellement en bateau. Aujourd'hui, une liaison maritime entre ces villes est impensable, du fait qu'elles ne se situent plus sur la côte. Il faut par conséquent utiliser la route pour parcourir la région.

Il existe également deux autres types d'infrastructures non utilisées par le tourisme. La première est la ligne de chemin de fer qui relie la Russie à Tachkent en passant par Baïkonour et la ville d'Aralsk notamment. D'autres types d'infrastructures existantes sont les pistes d'atterrissage pour les avions. Il y en a une à Muynak, sur l'île d'Ostrov Vozrozhdeniya et à Aralsk. Ces aérodromes pourraient bénéficier d'une remise en état. Pour les réaliser, il faut donc une réelle demande de la part du tourisme ce qui est loin d'être le cas actuellement.

### 8.1.2.2 Infrastructures d'accueil existantes

Pour cette partie, il nous était impossible de faire l'état actuel du nombre et des emplacements précis des hôtels et des gîtes. Les informations suivantes sont basées sur des récits de personnes ayant été en voyage dans cette région. Nous avons trouvé ces récits dans un forum de voyage.<sup>1</sup>

Il est certain qu'il n'existe pas d'infrastructures telles que des hôtels dans la zone côtière de la mer d'Aral, notamment à Muynak et Aralsk. Pour pouvoir bénéficier d'une offre hôtelière, il faut se rendre dans de plus grandes villes d'Ouzbékistan et de Kazakhstan tel que Nukus, Khiva et Ourgouentch. On peut y trouver des hôtels de bonne qualité ou simplement des hôtels fréquentés par des « routards ». Si le prix semble trop élevé, il est toujours possible de le négocier.

Plus proche du bassin de la mer d'Aral, il est apparemment possible de se loger dans des petits gîtes ou de se loger directement chez l'habitant. Ceux-ci vous fournissent volontiers une chambre faisant preuve d'un accueil chaleureux.

### 8.1.2.3 Sites historiques

Les sites historiques autour de la mer d'Aral peuvent être classés en deux catégories.

La ville d'Aralsk au nord, les villes de Muynak et Nukus au sud et la presque-île de la renaissance au centre de la mer représentent un premier pôle. Ce sont des témoins d'une époque contemporaine, relative à l'ancienne Union soviétique. Le deuxième pôle historique regroupe l'Empire Khorezmien et ses vestiges.

#### Epoque contemporaine

Au nord, dans la ville d'Aralsk, le cimetière de bateaux représente de façon concrète le recul de la mer, ainsi que la perte que cela représente pour les habitants de cette ville. On retrouve également un cimetière de bateaux dans la ville de Muynak, qui fut jadis également au bord de la mer, et qui se situe aujourd'hui à 100 km de celle-ci.

L'attrait pour cette ville réside aussi en la visite d'un mémoriel dédié aux soldats morts durant la deuxième guerre mondiale, ainsi qu'au musée relatif à la pêche et à son



**Figure 8.2 :** Epave de bateau

<sup>1</sup> <http://voyageforum.com/destinations/kazakhstan/>

industrie.



Plus au sud, la ville de Nukus est la capitale du Karakalpakstan. L'attrait historique de Nukus se porte au niveau de son musée Savitskiy. Celui-ci rassemble une collection d'œuvres avant-gardistes réalisées par des artistes qui furent assassinés lors de la dictature de Joseph Staline durant les années 1930. Ce musée regroupe également une collection d'objets archéologiques, historiques et traditionnels de la région. La ville compte également plusieurs mausolées.

**Figure 8.3 :** Musée Savitskiy

Au centre de la mer d'Aral se situe la presqu'île de la renaissance (Vozrozhdeniya Island) sur laquelle fut bâtie la ville de Kantubek. C'est une ville inhabitée et en ruine aujourd'hui. Elle a été construite dans les années 1940 pour abriter une population de 1500 habitants. Elle fut édifée pour accueillir les chercheurs d'un laboratoire top secret d'armes biologiques. Aujourd'hui abandonnée, cette ville fantôme pourrait faire l'objet de visite, afin de représenter la course aux armements entreprise par l'Union soviétique durant la guerre froide.



**Figure 7.6 :** Vozrozhdeniya Island, 1994

### Empire Khorezmien

La découverte de l'ancienne civilisation Khorezmienne, ou Chorasmie antique, constitue le deuxième pôle historique intéressant dans le bassin de la mer d'Aral. Plusieurs sites antiques tels la forteresse d'Ayaz-Kala, qui se situe à 150 km de Nukus dans le désert de Kizyl Koum, et la citadelle de Toprak-Kala, qui fut le siège de la dynastie du Khorezm du IIe au VIe siècle, reflètent la richesse d'une civilisation établie jadis dans la région.



**Figure 7.7 :** Ayaz-Kala - Le palais du gouverneur



**Figure 7.8 :** Toprak-Kala

Deux villes de la région furent à des époques distinctes les capitales de cet Empire. La première, Ourgouentch, se trouve au sud de la mer d'Aral et fut le bastion des Khwârazm-Shahs, souverains de l'Empire khorezmien de 1077 à 1231 et dont nous pouvons aujourd'hui toujours admirer les mausolées.

**Figure 7.9 :** Mausolée du Sultan Tekesh à Ourgouentch



La deuxième capitale de cette ville intérieure Itchan Kala faisait qui était la dernière étape pour traverser le désert en direction de parmi ses monuments des Djouma, et deux magnifiques Alla-Kouli au début du XIXe



empire fut Khiva, dont la partie de l'ancienne oasis, les caravaniers avant de l'Iran. Cette ville compte mausolées, la mosquée palais édifiés par le Khan siècle. Cette ville intérieure fut élevée au rang patrimoine mondial de

**Figure 7.10 :** Djuma (Vendredi) mosquée, Khiva

l'UNESCO depuis 1990.

#### 8.1.2.4 Autres visites

A 150 km à l'est de la mer d'Aral se situe le centre spatial russe de Baïkonour, jouxtant la ville de Leninsk qui s'appelle aujourd'hui également Baïkonour. Ce site peut être intéressant au niveau touristique, pour ses visites organisées, ainsi que pour les jours de lancement, ce qui constitue un événement mémorable.

## 8.2 Etude du développement du tourisme

### 8.2.1 Définition du champ d'étude

Les zones pouvant être potentiellement développables sont situées au nord et nord-est ainsi qu'au sud de la mer d'Aral, l'Ouest étant désertique. Ce sont donc sur ces domaines que nous nous concentrerons. Ce choix est justifié par une zone riche en intérêt historique et culturel.

### 8.2.2 Type de tourisme

Il est clair qu'un tourisme de masse basé sur les modèles des stations balnéaires de la Méditerranée n'est pas applicable dans cette région. Le retrait de la mer, le manque d'infrastructures et de villes côtières ainsi que les problèmes de pollution interdisent une telle organisation.

Dans un concept de développement durable, il est préférable de chercher à développer un tourisme léger qui demande peu d'infrastructures et se base sur l'accueil chaleureux de la population. Cela implique de viser une clientèle « d'aventurier » qui cherche à découvrir la région, ses paysages, sa population et son histoire. Ce type de tourisme demandant très peu d'infrastructures, ne produit pas pour autant un fort bénéfice pour la région. Il permet toutefois de faire rencontrer ce type de pays et leurs problèmes.

Il est important de développer à la fois un tourisme international et national. Ce dernier vise plutôt les régions des bassins des deux fleuves l'Amou-Daria et le Syr-Daria, ceci dans le but de permettre aux habitants des grandes villes des pays de redécouvrir leur région et leur culture.

## 8.2.3 Concepts

Par la suite, on propose deux concepts différents pour développer le tourisme dans la zone de la mer d'Aral. (Voir figures 7.11 et 7.13 en annexe)

### 8.2.3.1 Premier concept

Ce concept très simple, consiste à déterminer une ville principale qui sera le point central du voyage. En effet, ce sera là que l'on logera les touristes. Puis, chaque jour, les personnes seront dirigées vers un lieu ou un autre se trouvant autour de ce point central. Ce concept est intéressant économiquement, car il permet de développer les infrastructures seulement à un endroit. Celui-ci sera déterminé de manière à ce que les distances entre les sites permettent des déplacements qui s'effectueront en bus ou minibus, voir en dos de chameau si le touriste le désire.

Le point central choisi est la ville d'Ourgouentch, cette ville se prêtant bien à notre concept. On y développera les infrastructures d'accueil nécessaires pour le tourisme. Il faudra l'ajuster et la compléter pour pouvoir accueillir un volume de tourisme plus important que l'actuel. Ce lieu est idéal pour ce concept puisqu'il est à proximité des cités de l'empire khorezmien situées à Khiva (35 km d'Ourgouentch), à Ayaz-Kala et à Topraka-Kala (100 km d'Ourgouentch). De plus, la ville intérieure de Khiva fait partie du patrimoine mondial de l'UNESCO.

Dans ce concept, on prévoit également de développer des gîtes dans la ville de Muynak. En effet, un petit passage au nord de Nukus est prévu pour voir l'ancienne ville côtière de la mer d'Aral Muynak et son port désaffecté. Ainsi, les touristes seront sensibilisés à la catastrophe écologique qui s'y déroule. Toutefois, la distance demande un temps de trajet conséquent. En effet, d'Ourgouentch à Muynak, il y a 450 km. Nukus sera alors une étape intermédiaire entre ces deux villes où les personnes passeront une nuit. Dans cette ville, il n'est pas nécessaire d'effectuer un développement des infrastructures existantes. Après Muynak, les touristes reviendront à Nukus afin de prendre l'avion pour rejoindre la capitale Tachkent.

Nous proposons également de prévoir des circuits de visites en petits groupes avec hébergement direct sur les sites. Ceci ne nécessiterait pas de développer des infrastructures, car on considère que celles qui existent sont suffisantes pour ces mini-circuits. En effet, il y a la possibilité de dormir dans des camps de yourtes et de petits gîtes à proximité des sites archéologiques.

A noter que pour ce concept, on ne se rend pas dans la zone nord et nord-est de la mer d'Aral.

### 8.2.3.2 Deuxième concept

Le second concept que l'on propose englobe plus généralement la zone de la mer d'Aral. En effet, ce concept prend en compte la partie au nord et nord-est de la mer. Ce concept plus ambitieux nécessitera plus de moyens à mettre en œuvre. Mais ce tourisme aura comme base la mer d'Aral et se situera sur deux pays : l'Ouzbékistan et le Kazakhstan. Ce voyage se déroulera comme un parcours avec des étapes plus ou moins longues et des arrêts sur les endroits remarquables.

Dans ce deuxième concept, les visites s'échelonnent sur un parcours allant d'Ourguentch à Baïkonour en passant par Nukus, Aralsk et Muynak. Les trajets entre ces différentes villes s'effectueront à l'aide de différents moyens de transport :

En bus d'Ourguentch à Muynak en passant par Nukus

En avion de Muynak à Aralsk

Finally en train d'Aralsk à Baïkonour.

A chaque escale, l'hébergement des touristes est prévu dans des gîtes et la restauration chez les habitants locaux, ainsi ils découvriront la culture et les coutumes locales. Chaque arrêt aura bien sur une visite. A Ourguentch est prévue la visite des sites alentours comme dans la première variante. Le passage en avion à prévoir entre Muynak et Aralsk aura aussi comme but de montrer l'étendue de la catastrophe écologique qui s'y découle. Et enfin, à Baïkonour, il est prévu de faire la visite du centre aérospatial russe. Ainsi, ce concept représente un tour multipolaire ayant pour volet l'histoire, l'écologie et la technologie.

Pour ce concept et dans l'éventualité que le niveau de la mer remonte, on pourrait imaginer que le trajet entre Muynak et Nukus s'effectue par voie maritime avec éventuellement un arrêt sur l'île où se trouvait l'ancien site militaire. Les distances étant importantes, le voyage serait de type « croisière » se déroulant ainsi sur plusieurs jours.

#### **8.2.4 Analyse des propositions**

Ces deux concepts ne nécessitent qu'une infrastructure légère. Toutefois, celle-ci doit être organisée de manière cohérente. Il est important de prévoir à l'avance les trajets des groupes et leur hébergement. Par conséquent, la formation des guides devient une partie prépondérante du concept.

De plus, il est nécessaire de prévoir des véhicules pour la prise en charge des touristes. Cela suppose des entreprises de transport, dotées d'une flotte de véhicules fiables et adaptés pour le terrain, et employant un personnel qualifié pour effectuer l'entretien et la gestion de la flotte.

Ces deux concepts nécessitent une coordination entre les entreprises de transports, les guides et les gîtes. Il est donc important de prévoir dans chacune des deux villes une agence touristique qui gère l'organisation des voyages et effectue une coordination avec les agences de tourisme étrangères.

### **8.3 Mesures à prendre**

Avant de pouvoir commencer le développement du tourisme, diverses mesures sont à prendre. Garantir la sécurité et la santé des touristes étant fondamental, on cherche à intégrer la population locale en l'engageant dans ces activités. De même, on cherche à assurer une rentabilité notamment pour les ménages désirant héberger les touristes et pour ceux qui proposent de la restauration, afin de garantir un revenu supplémentaire pour les personnes concernées.

### **8.3.1 Sécurité**

Pour pouvoir développer le tourisme, il faut assurer en premier lieu une bonne sécurité des personnes visitant la région. Chaque incident étant une très mauvaise publicité pour ces pays, un tel événement est donc à éviter à tout prix. Il faudrait tout d'abord que les pays concernés établissent une politique commune, celle-ci ayant plusieurs buts : intégrer non seulement la lutte contre l'extrémisme religieux mais également lutter contre le terrorisme et les stupéfiants. Si une politique coopérative est appliquée, une certaine sécurité serait assurée à la région de la mer d'Aral. Dans une atmosphère de sécurité, le tourisme est plus enclin à se développer, attirant volontiers un nombre croissant de visiteurs.

Dans le cas de la mer d'Aral, assurer la sécurité signifie également être capable de porter assistance aux touristes en cas de difficultés malgré les grandes distances et la faible densité de population. Il est clair que l'une des premières peurs est celle de se trouver seul dans ces régions reculées, en cas de blessures ou de maladie. L'assistance dans ce cas de figure doit être assurée de la meilleure manière possible. Un réseau fiable de premiers secours doit être mis en place, ainsi qu'un réseau de communication d'urgence efficace.

### **8.3.2 Politique de développement durable**

Il est clair que le tourisme est une source d'emploi qui stimule les investissements pour les infrastructures servant aux touristes et qui par la même occasion améliore les conditions de vie de la population locale. Mais, pour développer correctement une économie dans cette région désertique, le tourisme seul ne suffit pas. D'autres idées dans différents secteurs d'activité doivent être développées.

#### **8.3.2.1 Penser globalement à travers l'économie**

Le développement du tourisme est lié très étroitement à l'économie de la région, c'est pourquoi il est important de voir le problème dans sa globalité et de ne pas traiter qu'un aspect particulier. La première partie de la réflexion est la restructuration de l'économie, celle-ci étant encore très fragile comme on l'a déjà vu.

#### **8.3.2.2 Diversifier l'économie avec le pétrole comme amorce**

La région et les pays concernés, principalement le Kazakhstan et ses nombreuses richesses minérales, doivent apporter des revenus. Le Kazakhstan possède de grandes réserves de pétrole. Cette ressource pourrait relancer l'économie et avoir des retombées locales très positives. Ces revenus permettront de pouvoir constituer une économie diversifiée fortement dirigée vers les services, sans toutefois négliger l'agriculture et les industries de base. Les villes locales devront créer ou moderniser des infrastructures de base comme les réseaux d'eaux, les hôpitaux et les transports interurbains.

### **8.3.2.3 Bonne intégration au marché mondial**

Les entreprises doivent être compétitives au niveau international pour maîtriser la concurrence occidentale et pour développer le marché de l'export. Cette région doit donc veiller à ne pas devenir une région dirigée par des entreprises internationales et il est important que l'on compte sur l'aide de la population locale pour leur permettre une telle intégration dans le marché et ainsi privilégier une politique de développement durable.

### **8.3.2.4 Développer la formation**

Afin de mieux faire participer la population locale à l'activité du tourisme dans une vision à long terme, il faudrait lancer un concept de formation. La construction d'infrastructures locales pour la formation du personnel est nécessaire, ainsi que trouver des formateurs également. La population pourrait notamment travailler dans le domaine de la restauration, de l'hébergement, de la sécurité ou travailler comme guide touristique ou chauffeur.

## **8.3.3 Intégration de la population locale**

Il est certain que dans le cadre d'un développement durable, l'intégration de la population locale dans les activités touristiques a une très grande place. A priori, la population du Kazakhstan et de l'Ouzbékistan possède un taux d'alphabétisation très satisfaisant puisque celui-ci est de 99%. Il est donc possible de prévoir des activités touristiques gérées par les populations locales. Dans le cadre du développement durable, la gestion du tourisme doit être une volonté même des populations pour que celles-ci accueillent au mieux les touristes.

Puisque le tourisme proposé dans la région de la mer d'Aral est un tourisme doux avec d'éventuels logements chez l'habitant, ce concept ne peut fonctionner que par l'implication de la population. Les mesures à prendre sont donc d'informer les villages concernés pour leur faire comprendre les avantages à accueillir des touristes dans le but de participer activement à la mise en place de réseaux de tourisme. Dans ce cadre, il est nécessaire de disposer d'un centre de gestion des offres touristiques centralisé à Ourguench pour coordonner les entreprises de transport, les guides, les gîtes et la coopération entre les deux pays concernés. Il est donc important de créer une agence qui gèrerait également l'organisation des voyages et la coordination avec les offices de tourisme étrangers.

Toutefois, le renouvellement de la population est difficile puisque le taux de mortalité infantile est extrêmement élevé. On a donc un taux de natalité faible pour cette région, ce qui pourrait poser un problème à moyen et long terme pour l'intégration de la population au tourisme. La réponse à ce problème passe par une meilleure maîtrise de la santé de la population.

## **8.3.4 Information aux agences**

La région de la mer d'Aral n'est pas une région connue pour ses activités touristiques. Il est donc prioritaire d'informer les agences de tourisme nationales et étrangères des activités proposées. C'est par elles que les touristes peuvent être atteints. Il est également important de prévoir une « campagne » de mise en valeur de la région indépendante de ces agences privées. C'est par exemple ce que nous proposons de faire avec le prospectus en annexe.

### **8.3.5 Infrastructures nécessaires**

Les infrastructures présentes se structurent en deux niveaux: d'une part les transports et d'autre part l'hébergement et la restauration.

#### **8.3.5.1 Amélioration et adaptabilité de l'accessibilité**

Pour accéder à cette région de la mer d'Aral, nous proposons d'utiliser ce qui existe déjà, à savoir l'aéroport d'Ourgouch au Sud de la mer et celui de Baïkonour à l'Est. A partir d'Ourgouch, le réseau routier est déjà bien développé. Une route principale se dirige en direction de Nukus et Muynak au nord, tandis qu'une autre relie Ourgouch à Khiva ou aux sites historiques de l'Empire khorezmien. Ces routes peuvent éventuellement être améliorées et corrigées. Des entreprises de location de véhicules ou de transport peuvent être mises en place pour permettre aux touristes de se déplacer librement entre les sites au moyen de véhicules fiables et aisément disponibles.

En ce qui concerne le nord et l'est de la mer, il existe une voie de chemin de fer allant d'Aralsk à Baïkonour, où les trains circulent à 80km/h. Cette ligne est très attractive puisqu'en deux heures environ, elle permet de relier ces deux sites. Baïkonour possède également un aéroport pour pouvoir y effectuer des liaisons avec la capitale ouzbèke Tachkent.

Le trajet longue distance qui a été proposé entre Nukus et Baïkonour ne comportant guère d'intérêts, il serait possible d'utiliser le bateau pour faire une mini-croisière sur la mer d'Aral entre Muynak et Aralsk. Mais ce moyen comporte une difficulté, sachant que les ports se situent à plus de cent kilomètres des villes et qu'il faudrait y construire les voies d'accès. Si une remontée du niveau de l'eau de la mer d'Aral était envisageable dans un avenir assez proche, on pourrait retenir cette idée. Par contre, une variante plus intéressante est l'utilisation de petits avions pour relier Muynak à Aralsk, du fait de l'existence de pistes d'atterrissage qu'il serait sûrement possible de remettre en service à moindre frais.

Ce concept nécessite la création de petites entreprises de transport aérien reliant les deux villes, voire d'autres sites. Ce type d'entreprises serait rentable, étant donné que le transport aérien constitue le seul moyen de transport fiable entre Muynak et Aralsk, deux des étapes principales de notre concept touristique. Elles fourniraient également des emplois pour des travailleurs qualifiés de la région tels que des pilotes, mécaniciens et managers.

#### **8.3.5.2 Hôtels, restaurants et autres hébergements**

La construction d'hôtels dans les villes de Nukus, Baïkonour et Ourgouch n'est pas nécessaire, étant donné que ces villes sont d'une importance moyenne et qu'un nombre suffisant d'établissements y sont déjà présents. Il est préférable de les améliorer en fonction de la demande et de les rentabiliser plutôt que d'en construire des nouveaux. En ce qui concerne les étapes à Muynak et Aralsk, ces deux villes ne proposant actuellement pas d'établissements hôteliers, nous envisageons une participation active de la population par la mise en place d'un réseau de gîtes tenus par la population locale. En plus des gîtes, de petites auberges pourraient être mises en place pour permettre à des groupes touristiques de souper et dormir dans le même établissement, les familles ne pouvant accueillir que peu de monde car manque de place.



Il en va de même pour la restauration. Il faudrait inciter la population locale à développer l'idée « manger chez l'habitant » en proposant un plat typique de leur pays et ainsi s'assurer un petit salaire pouvant augmenter leur qualité de vie.

Le développement de grands restaurants est à éviter, étant donné qu'on ne cible pas un tourisme de masse.

## **8.4 Conclusion**

Comme nous l'avons vu, il est tout à fait possible de développer le tourisme dans la région de la mer d'Aral. Cependant, il faut garder à l'esprit que l'échelle à laquelle peut se développer le tourisme est extrêmement faible. L'essor de la région dépendra de multiples facteurs où le tourisme ne jouera toujours qu'un rôle subordonné. Les priorités et les investissements pour la région devront être ailleurs, par exemple dans la résolution des problèmes de santé, la diversification de l'agriculture locale ainsi que la plupart des autres sujets abordés dans ce travail. Il faut également se poser la question de la rentabilité des investissements nécessaires au développement du tourisme. Ici aussi les priorités doivent être ailleurs et la possibilité de développer le tourisme doit être une agréable conséquence du développement de la région dans son ensemble. Il ne faut en effet pas oublier que le tourisme, aussi marginal qu'il soit, permettrait à un certain nombre de personnes de rester sur leurs terres d'origine.

## 9 Transport et communication

### 9.1 Etat des réseaux actuels

#### 9.1.1 Réseau routier

Historiquement, les rives de la mer d'Aral constituent un passage obligé pour les nomades d'Asie Centrale, mais aussi pour les voyageurs reliant l'Asie, l'Europe et le Moyen Orient. Ces contrées ont donc toujours été des zones de transit. Mais quel est aujourd'hui le rôle du réseau routier dans cette région ?

Tout d'abord, il permet de relier les hommes, permettre le déplacement des populations à l'échelle locale, favorisant ainsi l'essor économique.

Dans la pratique, cela se traduit principalement par des réseaux de bus relativement bien organisés. Malheureusement, que ce soit au Kazakhstan ou en Ouzbékistan, les bus sont souvent bondés, en mauvais état et il n'est pas rare de les voir tomber en panne. Qui plus est, le nombre de bus diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne des grands centres urbains. La partie nord-est de la mer d'Aral (vers Aralsk) est encore relativement bien desservie, mais ce n'est pas du tout le cas pour le reste de la côte.

Pour un touriste, le plus simple pour se déplacer dans cette zone est de faire de l'auto-stop en rémunérant le sympathique conducteur.

Ensuite, le réseau routier permet l'exploitation des potentialités du pays. Pour comprendre cela, il faut se placer à l'échelle de toute la région. Contrairement à ce que l'on pourrait penser, le réseau routier régional est très bien développé : il s'agit d'un héritage de l'ère soviétique. Le but était d'exploiter au mieux les ressources du pays, de façon plus ou moins raisonnée. La qualité des routes est plus ou moins bonne mais est exclusivement destinée à rejoindre les champs pétrolifères, les mines, ou encore les zones d'agriculture intensive.

Lors de la chute de l'URSS et du passage à l'économie de marché, la politique de transport n'a pas fondamentalement changé. Cependant, l'arrivée massive de capitaux étrangers a favorisé les investissements plus raisonnés. Cela s'est traduit dans un premier temps par une rénovation du réseau existant pour continuer à exploiter au mieux les ressources. Mais la région a également voulu profiter de sa position stratégique au carrefour entre l'Asie, l'Europe et le Moyen Orient. Des grands projets de « corridor » ont vu le jour (cf. Trans-Kazakhstan, Trans-Ouzbékistan et plus globalement le projet NELTI de corridor Beijing-Berlin-Bruxelles) permettant d'exploiter cette zone de transit international, et passant à proximité de la mer d'Aral. Des programmes ont alors été mis en place au Kazakhstan principalement (State Programme of Development of Motor Road Industry) visant à atteindre plus de 50 milliards de tonnes transportées par kilomètre de route d'ici 2010.

Cela permet bien entendu un désenclavement de la mer d'Aral, ainsi qu'un apport financier supplémentaire qui lui sera certainement propice. Le Kazakhstan, plus riche et plus concerné par le problème, a mis en place un projet à l'horizon 2020 (Strategy of Transportation System Development) visant à favoriser le développement des routes secondaires, et qui concerne entre autres la mer d'Aral, même si c'est de façon très modeste. L'Ouzbékistan est quant à lui plus figé sur ce sujet, subissant des tensions politiques et n'ayant que très peu d'intérêt à désenclaver cette région peu peuplée. Des actions sont menées par le pays (programme récent de rénovation du réseau routier), mais elles évitent « soigneusement » la mer d'Aral.

## 9.1.2 Réseau ferroviaire

Il existe deux lignes de chemin de fer aux abords de la mer d'Aral. La première, qui relie Alma-Ata à Aktobe, passe par la Mer d'Aral, au Kazakhstan. La seconde, de Tashkent à Atyrau, dessert Kungrad, en Ouzbékistan. Ces lignes ne sont pas électrifiées.

Les trains de voyageurs parcourent souvent de longs trajets, parfois quatre ou cinq jours. Par exemple, le train rapide n° 6 prend 70 heures pour relier Moscou à Tashkent (3370 km), soit une moyenne inférieure à 50 km/h. Ces trains sont donc lents. Par contre, ils sont généralement ponctuels. Il existe trois classes et le prix est parfois négociable. Les relations « courtes », souvent internes au Kazakhstan, sont assurées quotidiennement. Les relations plus longues, vers Moscou, ne sont généralement assurées que deux ou trois fois par semaine.

Les chemins de fer du Kazakhstan (KTZ) transportent près de 85 % du fret dans le pays. Le pétrole, le charbon et le minerai constituent les deux tiers des marchandises transportées. Aucune source n'est disponible concernant le trafic fret en Ouzbékistan.

Comme dans le cas précédent du réseau routier, le Mer d'Aral se situe dans une zone peu desservie au milieu d'un couloir reliant Moscou et l'Europe à Tashkent et au bassin du Syr-Darya.

## 9.1.3 Transport maritime

Aucune trace récente ou ancienne de l'existence d'un réseau de transport maritime n'a été trouvée. La Mer d'Aral ne possède que deux grands ports de pêche et de construction navale. Le premier, Mouniak, au sud-ouest (Ouzbékistan) et le second, Aralsk, au nord-est (petite mer au Kazakhstan), ne sont actuellement plus vraiment opérationnels car la mer s'est retirée à plusieurs dizaines de kilomètres. Cependant il subsiste un espoir pour le port d'Aralsk : la création du barrage sur le Syr-Darya permettra de retenir les eaux de ce fleuve qui s'écoule à perte dans la grande mer, une piste qui pourra être éventuellement exploitée dans le cadre du transport maritime ou fluvial.

## Réseau aérien

D'après [www.airastana.com](http://www.airastana.com), [www.uzairways.com](http://www.uzairways.com), [www.boeing.com](http://www.boeing.com), [www.worldaerodata.com](http://www.worldaerodata.com).

La structure du réseau aérien est globalement identique au Kazakhstan et en Ouzbékistan : il est centré sur les capitales qui sont reliées aux grandes métropoles du globe, et autour desquelles s'organise le réseau à l'échelle nationale. 16 aéroports ouzbeks sont exploités par la compagnie nationale Uzbekistan Airways contre 12 par Astana Air au Kazakhstan.

Il convient déjà de souligner l'existence de plusieurs aéroports internationaux dans chacun des deux pays et le fait que ceux-ci développent un attrait pour les autres compagnies aériennes pour servir d'escale pour l'Asie centrale et les pays de l'ex-URSS. De plus, un projet de développement et d'agrandissement de l'aéroport d'Astana, capitale du Kazakhstan est actuellement en cours.

Cependant, la présence d'un aéroport proche de la Mer d'Aral du côté kazakh fait défaut, et l'aéroport de Nukus en Ouzbékistan, relativement proche de cette zone, n'a pas de statut international. De plus, les procédures de contrôle d'entrée dans ces espaces aériens et d'atterrissage sont encore complexes et non informatisées. Ces trois points semblent constituer pour l'instant les priorités de l'amélioration du réseau aérien autour de la Mer d'Aral.

## 9.1.5 Transport des hydrocarbures

### 9.1.5.1 Au Kazakhstan

Le Kazakhstan possède d'abondantes ressources en hydrocarbures (essentiellement du pétrole) qui devraient lui permettre de devenir, à moyen terme, un exportateur de premier plan. Cependant, il n'occupe qu'une place modeste en ce domaine pour des raisons géopolitiques et techniques.

La grande majorité des réserves de gaz et de pétrole se trouvent principalement à l'ouest du pays, particulièrement autour et dans la mer Caspienne. Paradoxalement les zones de consommation et les centres économiques sont situés au centre, au sud et à l'est du pays, où vit la majorité de la population.

De plus les hydrocarbures de la partie occidentale du pays dépendent principalement, pour leur exploitation, des oléoducs russes (Uzen-Atyran-Samara et Kerkiak-Orsk) orientés au nord-ouest, alors que les deux plus grosses raffineries (Pavlodar et Shymkent), situées à l'Est, sont approvisionnées en pétrole sibérien (oléoduc Surant-Omsk-Palvlodar-Shymkent). Ainsi cet ancien membre de l'ex-URSS dépend encore de la Russie.

### 9.1.5.1 En Ouzbékistan

L'Ouzbékistan, à l'inverse de son voisin, est doté de plus grandes réserves de gaz que de pétrole. Celles-ci sont principalement situées dans le sud-est du pays tout comme la majeure partie de sa population.

Tout comme le Kazakhstan il dépend encore en grand partie des infrastructures russes, c'est à dire du gazoduc « Central Asia-Central » pour exporter en Russie, au Kazakhstan, au Kirghizistan et au Tadjikistan. Il bénéficie aussi du pétrole sibérien acheminé par le gazoduc Surant-Omsk-Palvlodar-Shymkent.

## 9.1.6 Réseaux de télécommunications

Au Kazakhstan, le réseau téléphonique fixe compte 2,5 millions d'abonnés, soit environ 16% de la population, et est exploité par 6 opérateurs nationaux dont le principal, Kazakhtelecom, regroupe 96% des abonnés. Un réseau de fibres optiques relie les grandes villes. Le réseau GSM compte, quant à lui, 3 millions d'abonnés, soit 20% de la population, et a connu une forte progression depuis 2002 (plus de 300%). L'ADSL est présente dans les villes, 1 million d'utilisateurs ont été recensés en 2004 et le nombre de connexions ne cesse d'augmenter. Un projet d'équipement de 75% des établissements scolaires à la fin 2005 est en cours. Au final, 244 millions de dollars ont été investis en 2004 pour l'import des équipements de télécommunications au Kazakhstan.

Le Kazakhstan a prévu le lancement de son propre satellite de télécommunication à la fin 2005 pour 66 millions de dollars, ce qui permettra d'en économiser 28 millions par an en location de canaux. De plus, il lui semble essentiel d'attirer des opérateurs étrangers pour développer les services des secteurs ruraux (déploiement du réseau CDMA-450 et installation de kiosques de communication). Ceci permet d'envisager plusieurs pistes de développement de ce réseau au niveau de la Mer d'Aral : s'appuyer sur les infrastructures ferroviaires et combiner les technologies GSM et satellitaires pour créer un réseau accessible au bassin de population de la mer d'Aral (en utilisant la base de Baïkonour, par exemple).

Peu de données sont accessibles sur la situation des réseaux de télécommunication en Ouzbékistan, mais ces derniers semblent se concentrer essentiellement autour de Tashkent et du bassin du Syr-Darya, laissant totalement à l'écart les environs de la Mer d'Aral.

Compte tenu de l'absence de données précises sur le coût et les moyens de mise en place des infrastructures de télécommunications, ce point ne sera pas abordé dans la suite.

## **9.2 Possibilités et coûts de développement**

### **9.2.1 Réseau routier**

#### **9.2.1.1 Coût de construction des 2 routes Nukus-Aralsk :**

Il semble évident après analyse qu'une route est indispensable entre les pôles économiques du nord et du sud de la mer d'Aral. Cette route servirait principalement au transport des marchandises et viserait à éviter la dépendance totale d'une région vis à vis d'un seul axe routier. Il reste maintenant à imaginer le tracé d'une telle route.

Une piste existe déjà le long de la côte ouest de la mer, le long d'oléoducs et de gazoducs. Il serait tentant d'améliorer cette piste pour la rendre empruntable par des camions et autres engins de transport massif de marchandises.

D'un autre côté, la répartition de la population autour de la mer, plutôt située dans les parties nord-est et sud-est incite plutôt à favoriser un tracé par l'est de la mer. La route permettrait ainsi de remplir un double rôle de transport de marchandises et de lien économique entre les deux bassins de la mer. L'implantation d'un barrage à Kokaral, à l'est de la mer, vient soutenir un peu plus ce choix de tracé.

#### **Variante 1 : 2 routes normales**

C'est la variante de base, celle qui sera probablement privilégiée, mais qui reste tributaire d'un choix politique plus ou moins orienté. En fonction du budget alloué, il est possible de ne construire qu'une seule des deux routes.

Ouest : réhabilitation et remise en état d'une piste préexistante, suivi d'un bitumage.

Cette opération devrait nécessiter un coût moyen d'environ 160 000 \$/km. Sur un kilométrage de 500 km, le prix approximatif serait de 80 millions de dollars, soit autour de 110 millions CHF.

Cette évaluation est basée sur l'étude du World Bank Reports (<http://0-siteresources.worldbank.org.library.vu.edu.au/INTROADSHIGHWAYS/Resources/338993-1122496826968/kmcosts.pdf>), en considérant un coût faible à moyen compte tenu des conditions économiques locales et du coût de la main d'œuvre (la taille du marché étant considérée en termes de distance, mais aussi de contraintes géographiques).

Est : construction, mise en place et étanchement des superstructures.

Le coût moyen est estimé à environ 500 000 \$/km. Sur un kilométrage de 500 km, le prix approximatif serait de 235 millions de dollars, soit un peu moins de 350 millions CHF.

## Variante 2 : 2 autoroutes

Nous considérons maintenant un cas extrême d'installation qui, à défaut d'être idéale, a le mérite d'apporter une prestation complète pour un réseau de transport efficace. Cette variante paraît bien entendu démesurée compte tenu du trafic actuel, mais elle peut correspondre à un choix et une volonté politique forte de développement.

La mise en place d'une autoroute n'implique pas ici de surcoûts énormes par rapport à une route : on considère en effet une autoroute 2x2 voies à chaussées non séparées. La topographie plate de la région (pas d'ouvrages d'arts nécessaires), la faible densité de population (pas de systèmes d'échangeurs ou très peu) ainsi que la nature désertique du terrain évitent un certain nombre d'écueils que l'on peut rencontrer dans des pays comme la Suisse. Cela se traduit par une absence de surcoûts appréciable.

Ouest : le surcoût est évalué très approximativement à 50 000 \$/km, ce qui amène à un coût moyen d'environ 210 000 \$/km. Sur un kilométrage de 500 km, le prix approximatif serait de 100 millions de dollars, soit autour de 150 millions CHF. Le surcoût total s'élèverait donc à 40 millions CHF, soit un peu moins de 40% du prix de la route.

Est : Le surcoût peut être considéré de 150 000 \$/km environ, ce qui entraîne un coût moyen de 650 000 \$/km. Sur un kilométrage de 500 km, le prix approximatif serait de 325 millions de dollars, soit un peu moins de 500 millions CHF. Là encore, le surcoût correspond à environ 40% du prix de construction d'une route.

### 9.2.1.2 Amélioration des routes AH61 et AH63

(dénominations selon le projet « Asian Highway », <http://www.unescap.org/TTDW/index.asp?MenuName=AsianHighway>):

Un passage de ces deux axes en 2x2 voies à chaussées séparées pourrait se justifier, principalement aux abords des agglomérations, à Aralsk et Nukus. Il est cependant très difficile d'évaluer le nombre de kilomètres concernés, d'autant plus que ces routes dépassent le cadre strict de notre étude autour de la mer d'Aral. On peut tout de même en faire une évaluation en considérant une portion assez large de 1000 km au nord et au sud, et qui serait ainsi financée dans le cadre d'un projet politique autour de la mer.

En reprenant les données sur l'élargissement de routes préexistantes, on peut évaluer un coût moyen pour les deux autoroutes de l'ordre de 200 000 \$/km, ce qui représente pour les 2000 km d'autoroutes cumulées 400 millions de dollars, soit 600 millions CHF.

### 9.2.1.3 Bilan

En considérant les variantes les plus chères, on aboutit en gros à un total d'un milliard de dollars. Cela est bien entendu énorme, mais il faut savoir que ces rénovations et constructions peuvent et doivent s'inscrire dans le cadre du projet international « Asian Highway », piloté par l'ONU et bénéficiant d'un crédit de 26 milliard de dollars ! Reste à en faire une priorité politique...

## 9.2.2 Réseau ferroviaire

### 9.2.2.1 Electrification des lignes existantes

La ligne kazakhe n'est pas électrifiée au-delà d'Arys. La longueur du tronçon à traction thermique entre Arys et Aktobe est de 1427 km. La ligne ouzbèke est, quant à elle, exploitée en traction thermique à partir de Samarkand (Samarkand – Atyrau : 1828 km)

L'électrification de ces lignes apporterait une amélioration sensible à ces liaisons. La puissance de traction des locomotives électriques est jusqu'à 2,5 fois supérieure à celle d'une locomotive diesel-électrique. Leur durée de vie est également supérieure ; on peut considérer 35 ans pour une machine électrique contre 20 ans pour une machine diesel-électrique. De plus, ce type d'énergie permet de diminuer les coûts d'approvisionnement et d'entretien. Il faut toutefois veiller à ce que le réseau électrique soit suffisamment fiable pour assurer le service en permanence.

Il convient donc d'évaluer les coûts engendrés par l'électrification.

Les coûts inhérents à l'électrification proprement dite ne peuvent pas être comparés à ceux de l'Europe occidentale. Toutefois, pour cette région, on peut estimer le coût de cette opération à quelques 100 000 €/km.

Ainsi, les coûts d'électrification se monteraient environ à 140 millions d'euros pour l'axe nord et à 180 millions d'euros pour l'axe sud, auxquels il conviendrait d'ajouter les coûts des sous-stations.

Le deuxième investissement correspond à l'acquisition de locomotives électriques. La priorité doit être donnée à la puissance des machines. Leurs performances en termes de vitesse sont secondaires. Les locomotives Fret de 6000 kW disposent d'une puissance suffisante pour tracter des trains lourds avec peu de machines. Le prix de ces locomotives peut être estimé aux alentours de 2,5 à 3 millions d'euros

### 9.2.2.2 Création de nouvelles liaisons

La création de deux nouvelles liaisons pourraient également permettre une réelle amélioration de la desserte de la zone.

- De Nukus, une ligne existante mène à Chimbay. De là, une ligne transfrontalière d'environ 350 km rejoindrait la ligne kazakhe à Kasalinsk, à 130 km au sud d'Aralsk.
- Une relation plus directe depuis le nord-est du Kazakhstan emprunterait la ligne existant entre Astana et Zhezkazgan et, ensuite se rendrait directement vers Aralsk (400 km).

Les coûts de construction d'une ligne ferroviaire se décomposent en coûts d'études, coûts d'infrastructure et coûts de voie et d'électrification, d'où l'estimation suivante :

- Etudes de faisabilité et études préliminaires : 10 000 €/km
- Projet : 0,5 % du budget d'investissement total
- Investissements d'infrastructures : 1 million d'euros/km

- Voie : 200 000 €/km/voie
- Electrification : 100 000 €/km

Au total, en négligeant les faibles coûts d'études, on peut donc estimer le coût d'un kilomètre de ligne électrifiée à 1,3 million d'euros/km pour une voie unique ou 1,5 millions d'euros/km pour une double voie.

Le coût de ces deux lignes se monterait donc à 950 millions d'euros.

### 9.2.3 Infrastructures de transport aérien

L'aéroport de Nukus, au sud de la Mer d'Aral en Ouzbékistan, qui a pour le moment le statut d'aéroport national, offre de bonnes possibilités de développement vers le statut d'international. Cela qui permettrait de dynamiser tout ce secteur sud de la Mer d'Aral, tant au niveau du trafic de marchandises que du trafic voyageurs avec la création d'un nouveau point de passage. La construction d'une piste supplémentaire et d'un nouvel aérogare permettant de recevoir le trafic aérien d'un aéroport international serait estimée à environ 500 millions d'euros en estimant que la piste déjà existante n'aurait pas à subir trop de modifications avec l'arrivée de plus gros porteurs (100 millions d'euros maximum).

Il n'existe a priori pas d'aéroport à proximité de la zone Nord de la Mer d'Aral, du côté Kazakhe, cependant le développement de l'aéroport de Krainy, proche de la ville de Baïkonour, qui sert également d'aéroport pour le personnel des missions spatiales, permettrait de palier à ce manque. Quelques rares vols commerciaux entre Moscou et Krainy existent déjà. Ainsi le développement au niveau national dans un premier temps de l'aéroport de Krainy, par la construction d'une piste plus grande et d'un aérogare reviendrait à 400 millions d'euros environ pour chacune de ces deux opérations, soit 800 millions d'euros.

La construction intégrale d'un nouvel aéroport plus proche d'Aralsk nécessiterait un investissement d'au minimum un milliard d'euros.

Ainsi le développement d'aéroports existants permettrait-il de limiter le coût financier de la dynamisation au niveau aérien de la région de la Mer d'Aral. Cette stratégie est également en adéquation avec le développement actuel du bassin de la Mer d'Aral : au Sud, la région de Nukus étant plus développée bénéficiera d'un aéroport d'envergure internationale, tandis qu'au Nord, la région d'Aralsk un peu moins développée ne bénéficiera dans un premier temps que d'un aéroport de taille nationale.

### 9.2.4 Transport de ressources pétrolières

D'après [http://www.senat.fr/rap/r97-412/r97-412\\_mono.html#toc131](http://www.senat.fr/rap/r97-412/r97-412_mono.html#toc131)

<http://europe.theoil drum.com/story/2006/11/18/102426/08>

[http://webu2.upmf-grenoble.fr/iepe/textes/CL\\_Chine-Russie-Caspienne\\_RevEnergieFev05.pdf](http://webu2.upmf-grenoble.fr/iepe/textes/CL_Chine-Russie-Caspienne_RevEnergieFev05.pdf)

Le Kazakhstan et l'Ouzbékistan veulent profiter de leur situation géographique pour se détacher progressivement de la dépendance russe, notamment en exploitant leur potentiel d'exportations d'hydrocarbures, principalement pour les marchés européens et chinois.

Tout d'abord à l'ouest, l'Europe désire développer ses importations d'hydrocarbures de la mer Caspienne dans le but d'améliorer la sécurité de son approvisionnement énergétique.



Cela lui permettra de diminuer sa dépendance vis à vis de la Russie et des pays de l'OPEP et donc de limiter les risques géopolitiques.

De l'autre côté à l'Ouest la dépendance énergétique de la Chine tant en matière pétrolière que gazière est appelé à croître très fortement dans les années à venir. Pour preuve, la Chine était totalement indépendante énergétiquement en 1992 alors qu'actuellement elle est le deuxième importateur mondial derrière les Etats-Unis. Ainsi les pays d'Asie centrale comme le Kazakhstan et l'Ouzbékistan sont susceptibles de contribuer à la politique de diversification des fournisseurs en hydrocarbures que développe actuellement la Chine pour faire face à ces besoins et à la croissance de sa dépendance énergétique.

#### **9.2.4.1 Projets vers la Chine :**

En termes de gazoducs, un premier projet à consiste à exporter le gaz kazakhe de Karachaganak (nord-ouest) vers Shanghai par la création d'un gazoduc de 3400 km. Un second projet prévoit d'exporter le gaz ouzbèke vers la Chine en alimentent au passage le Tadjikistan et le Kirghizistan. Ce projet rejoindrait le premier avant de traverser la Chine

En ce qui concerne les oléoducs, le « West China-West Kazakhstan Oil Pipeline », d'une longueur de 6000 km devrait rejoindre la ville Kazakh d'Atyrau (nord de la mer Caspienne) à Xinjiang (province occidentale chinoise). Actuellement il existe déjà deux tronçons sur la partie kazakhe de l'oléoduc : celui reliant Atyrau à Kenkiyak et celui reliant Kumkol à Atasu (ce dernier reprenant en partie le tracé de l'oléoduc sibérien).

#### **9.2.4.1 Projets vers l'Europe**

Au niveau des projets visant l'exportation d'hydrocarbures vers l'Europe, ces derniers concernent en très majorité le pétrole. Un premier projet consiste à renforcer le Caspian Pipeline Consortium (CPC) entre le champ pétrolifère de Tengviz et le port de Novorossisk en Russie. La voie Transcaspienne constitue un second projet. Celui-ci prévoit de construire un oléoduc transcasprien jusqu'à Bakou en Azerbaïdjan. De là le pétrole serait acheminé soit en Mer Noire vers les ports de Novorossisk et Soupsa (Géorgie) ou soit vers le port turque de Ceyhan sur la Méditerranée. Un troisième grand projet est la voie d'exportation contournant le sud de la Mer Caspienne. Il partirait du champ de Tengviz, traverserait le Turkménistan, l'Iran et la Turquie.

#### **9.2.4.3 Les projets autour de la Mer d'Aral**

Malheureusement, la région de la Mer d'Aral ne présente pas d'exploitation potentielle d'hydrocarbures à moins de 600 km. Cependant il paraît faisable de développer et d'encourager l'économie de la ville d'Aralsk en prélevant du pétrole sur l'oléoduc reliant Tengviz à la Chine. Au sud de la mer d'Aral, à Nukus, il serait possible de récupérer une partie du gaz provenant du gazoduc Central Asia-Central.

## 10 Conclusion

De ce qui précède, nous avons tiré les 4 scénarios suivants avec leurs avantages et défauts :

### 10.1 *Ne rien faire*

Ce scénario part de la situation actuelle et considère que rien ne sera fait pour résoudre le problème de la mer d'Aral. Au vu de ce qui précède et de ce qui s'est passé jusqu'ici, on peut considérer que la situation va continuer à empirer.

L'avantage principal de ce scénario, et qu'il n'y a pas d'investissement à faire. Par contre, cela ne signifie pas qu'il n'y aura pas de coûts indirects. Par exemple, si la situation s'aggrave, on peut raisonnablement supposer que cela va finir par poser des problèmes à l'agriculture et que celle-ci risque même de disparaître. Soit de grosses pertes économiques dans ce domaine. De plus, la mer d'Aral est déjà considéré comme un désastre, laisser cette situation empirer serait déplorable du point de vue du développement durable. Sans oublier le problème que cela pose par rapport aux habitants.

### 10.2 *Evacuer la population*

Ce scénario est assez proche du précédent. Il part de l'idée qu'il n'y a plus rien à sauver dans cette région et qu'il est donc plus simple d'évacuer les habitants et de les reloger ailleurs. Comme le montre ce rapport, il semble y avoir encore la possibilité de faire quelque chose. Comme pour le scénario précédent, cela pose aussi problème du point de vue du développement durable. En effet, cela semble une étrange manière de résoudre des problèmes écologiques en disant « on abandonne tout et ne fais rien ». De plus même si la population est relativement faible, cela pose de nombreux problèmes de les déplacer : humains, économiques, déplacement de personnes au sein d'une région qui n'est pas forcément très stable politiquement... Cette solution ne semble donc acceptable que s'il s'agit de sauver rapidement la population face à un danger imminent contre lequel on ne peut pas agir.

### 10.3 *Grands projets*

Cette fois il s'agit de revenir à la situation initiale, de tenter de réparer les erreurs qui ont été faites par le passé, d'améliorer la situation rapidement. C'est les grands projets de détournement de fleuves, d'autres développements très forts et rapides. Le principal problème d'une telle solution est son coût. Il sera très difficile de convaincre les décideurs de faire ce choix. En plus, même en y mettant tous les moyens nécessaires, on n'est pas certain d'atteindre le résultat voulu. Les effets des mesures prises sont très difficiles à estimer précisément à l'avance. Pire, ceci peut consister à jouer les apprentis sorciers face à des problèmes d'une telle ampleur, et il y a donc le risque de ne faire que reporter le problème, peut-être même en pire à un autre endroit.

## **10.4 Agir plus localement**

Ce scénario, qui est d'ailleurs celui sur lesquelles les différentes études de ce rapport ont converger est proche de l'un des credo du développement durable : « penser globalement, agir localement ». Il part de l'idée que faire de grosses mesures trop vite a non seulement un coût, mais n'est souvent pas à même d'obtenir les résultats voulus dans des problèmes si complexes, comme mentionné si dessus. C'est évident que ce scénario a aussi un certain coût et nécessitera des investissements. Par contre, il a l'avantage de permettre à la région de se développer progressivement à partir de ce qui existe déjà. Il permettrait de maintenir une vie, du travail et des activités, tout en améliorant la situation écologique. Ce qui correspond aux objectifs d'un agenda 21 tel que décrit précédemment. Cela correspond donc à un investissement, puisqu'il y aurait selon ces différents projets un gain réel dans les domaines sociaux/politiques, économique et environnemental.

C'est pour ces raisons que ce scénario à notre préférence. Il s'agit maintenant de convaincre les décideurs et les bailleurs de fonds du bien fondé de cette solution et de sa viabilité. Ce à quoi se sont attachés les différents intervenants dans ce rapport.

## **11 Annexe**

### ***11.1 Tableaux, cartes et compléments***

#### **11.1.1 Coordination**

Liste des groupes et de leurs membres et planning général sur les 4 pages suivantes.

## UE: Environnement et génie civil - Mer d'Aral

### Composition des groupes

No	Titre	Membres		Email responsable
1	Equilibre hydrologique	<b>Olayitan Vignon</b> Lionel Bussard Christelle Cocco Anita Pugin	Landolf-Giosef-Anastasios Rhode-Barbarigos Guillaume Thorens Pedro Miguel Vilas Boas Antunes da Costa	<a href="mailto:olayitan.vignon@epfl.ch">olayitan.vignon@epfl.ch</a>
2	Pêche et biosphère aquatique	<b>Nasrine Tomasi</b> Etienne Bouleau Simon Kissling Christoph Knellwolf	Béla Lamoth Guillaume Bordier Allan Estivalet	<a href="mailto:nasrine.tomasi@epfl.ch">nasrine.tomasi@epfl.ch</a>
3	Santé et environnement	<b>Fabian Jabas</b> Emanuela Ferrari Simon Hügli Christoph Inhelder Claudia Schär	Markus Studer Vincent Wurz Omar Moussa Allan Estivalet	<a href="mailto:fabian.jabas@epfl.ch">fabian.jabas@epfl.ch</a>
4	Agriculture et irrigation	<b>Giovanni Accardo</b> Anas Akry Olivier Brocard John Eichenberger	Mohammed Karim Kaldoun Ronny Moser Simon Wampfler	<a href="mailto:giovanni.accardo@epfl.ch">giovanni.accardo@epfl.ch</a>
5	Politique et environnement	<b>Daniel Lenggenhager</b> Stefano Campana Simon Dupasquier Gaël Epely-Chauvin	Karim Laribi Yannis Papisavvas Daniel Sohrabian André Alves	<a href="mailto:daniel.lenggenhager@epfl.ch">daniel.lenggenhager@epfl.ch</a>
6	Ressources minérales et énergie	<b>Mathias Malquarti</b> Olivier Blocquet Simon Mercier Cengiz Mete	Michael Müller Jean-Philippe Rey Sébastien Schneider	<a href="mailto:mathias.malquarti@epfl.ch">mathias.malquarti@epfl.ch</a>
7	Paysage et tourisme	<b>Olivier Gschwind</b> Zafeiroula Angelopoulou Pierre Bruchez Stéphanie Ernst	Lynn Lecorcais Jonathan Marel Sébastien Micheloud David Tron	<a href="mailto:olivier.gschwind@epfl.ch">olivier.gschwind@epfl.ch</a>
8	Transport et communication	<b>Sébastien Vecchiato</b> Marc Arlettaz Jean-Christophe Birchler Damien Jehl	Benoît Pathiot Roland Plassart Marine Vidaud Diane Frachon	<a href="mailto:sebastien.vecchiato@epfl.ch">sebastien.vecchiato@epfl.ch</a>
	Coordination	Laurence Delplace Frédéric Nicod		<a href="mailto:laurence.delplace@epfl.ch">laurence.delplace@epfl.ch</a> <a href="mailto:frédéric.nicod@epfl.ch">frédéric.nicod@epfl.ch</a>

En rouge: porte parole









## 11.1.2 Equilibre hydrologique

### 2.3.1 Détournement de l'Ob-Irtysch

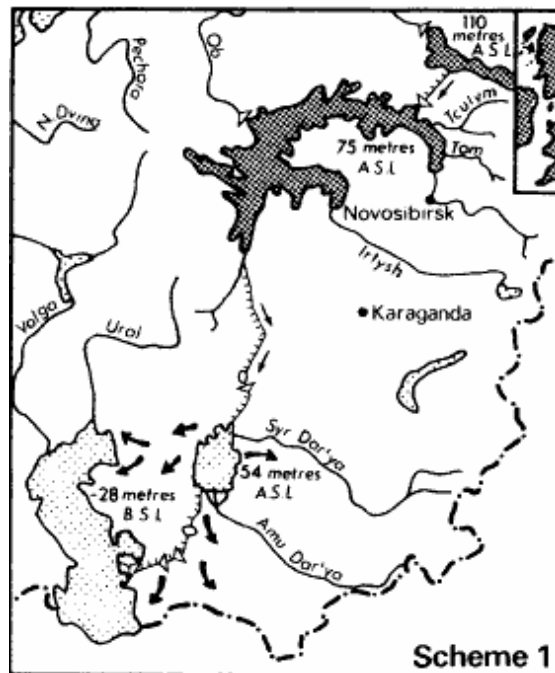


Figure 2.1 : Variante 1 Barrage sur l'Ob.

Variante 2 (cf. figures 2.2 & 2.3)<sup>1,2</sup>: Cette gigantesque variante russe (elle existait déjà sous l'ère soviétique sous le nom de canal sibéral) consiste à utiliser une partie du débit de l'Ob (7% environ) pour l'amener par un canal vers la mer d'Aral. Ce canal d'environ 200 m de large, 2500 km de longueur et 15 m de profondeur (Débit maximal : 27 km<sup>3</sup>/an) serait construit avec comme objectif de ramener 50 % d'eau en plus dans la petite mer d'Aral. Le canal commencerait à Khanty-Mansiysk, ville où se rejoignent l'Ob et l'Irtysch son affluent. Un immense barrage sur le Tobol et d'autres rivières aurait permis de retenir l'eau (70000 km<sup>2</sup>) qu'on allait faire descendre par la suite vers la dépression d'Aral. Le canal aurait franchi la Syr-Daria à Kazalinsk où un barrage serait construit pour retenir l'eau en amont. La même chose aurait été réalisée lors du franchissement de l'Amou-Daria dans la ville de Nukus.

Tout d'abord, nous constatons qu'avec cette variante on prélève l'eau à un endroit très proche de l'océan arctique. En réalité, beaucoup de tracés (alternative 5 au 2.3.2) ont été fait sur cette idée, mais tous sont confrontés au même problème technique. En effet, lorsqu'on regarde le profil en long, (nous avons utilisé un modèle numérique trouvé sur Internet) on remarque que l'altitude de l'Ob au début du tracé est pratiquement la même que celle de la mer d'Aral, de sorte qu'un écoulement gravitaire soit exclu. De plus, pour les variantes rencontrées le relief montagneux de l'Oural doit être franchi. Il faudrait, par conséquent, pomper l'eau pour l'amener jusqu'à environ 200 m d'altitude avec une énergie phénoménale. Sans oublier que,

<sup>1</sup> <http://www.newscientist.com/article.ns?id=dn4637>

<sup>2</sup> Livre « Aral », Letolle & Mainguet, P 231

malgré la large section prévue du canal, on n'aurait obtenu qu'un faible débit en raison de la très faible pente dès le commencement du canal (50 m environ sur près de 500 km Cf. figure 2.3). Des bombes atomiques ont même été prévues pour effectuer le terrassement. Enfin, les pertes par infiltration et évaporation sur un tel canal ne peuvent être négligées. Le canal, traversant des zones où la couverture sableuse peut atteindre 100 m de hauteur, aurait considérablement réduit le débit sortant à la mer d'Aral.

Ensuite, cet aménagement a des conséquences sociales et économiques : il aurait fallu déplacer les populations et des sites de production du fait de l'enneigement des terres. En effet, l'immense barrage au nord aurait occupé des terres cultivables ce qui aurait pour effet de diminuer la production agricole (surtout du coton) de la région. Nous craignons aussi que l'eau détournée soit utilisée à des fins d'irrigation. En effet, l'eau détournée est destinée aux plantations de coton des régions arides du Kazakhstan, du Turkménistan et de l'Ouzbékistan. On se retrouverait, une nouvelle fois, avec un débit faible à l'arrivée à la Mer d'Aral. Il peut aussi avoir des problèmes d'instabilité politique dans la région dus à la faiblesse des économies en présence.

Techniquement, l'absence de pente suffisante dans la région constitue un grand problème pour un écoulement gravitaire. Dans une des variantes d'aménagements hydrauliques retenues par l'état soviétique la pente était de moins 5m sur 600km. Ainsi avec une section de 100 mètres de large pour 15 mètres de profondeur soit une section de 3000m<sup>2</sup>, le flux de cet écoulement aurait été de 200m<sup>3</sup>/s, débit très faible pour le cas considéré. Par ailleurs en considérant un débit d'apport constant, la faible vitesse d'écoulement implique une section plus grande du canal. D'où finalement les 200 mètres de large proposé dans la variante 2. Il faut aussi noter les problèmes de perte d'eau due à l'infiltration et à l'évaporation, pertes importantes en étant donné les grandes dimensions du canal. La solution de détournement présente donc trois grandes contraintes concernant la section du canal: les grandes dimensions nécessaires, l'absence de pente donc le besoin de pompage et les problèmes liés aux pertes d'eau.

$$Q = U * S \quad \text{avec } Q: \text{ le débit demandé}$$

U : la vitesse de flux

S : la section du canal

Des chercheurs pensent que le prélèvement d'une partie du débit de l'Ob peut aider à préserver le climat tempéré qui règne en Europe. En effet, d'après eux, l'Ob et ses affluents déversent plus d'eau douce dans l'océan arctique qu'avant de sorte que le cycle du Gulf stream soit mis en danger. Le Gulf stream aurait-il une masse trop importante à refroidir ? Le fait que la température en Europe augmente de quelques degrés est négligeable par rapport aux avantages de rééquilibrage de la mer d'Aral<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> [http://www.russie.tv/article.php?id\\_article=1350](http://www.russie.tv/article.php?id_article=1350)



Figure 2.2 : Variante 2 russe

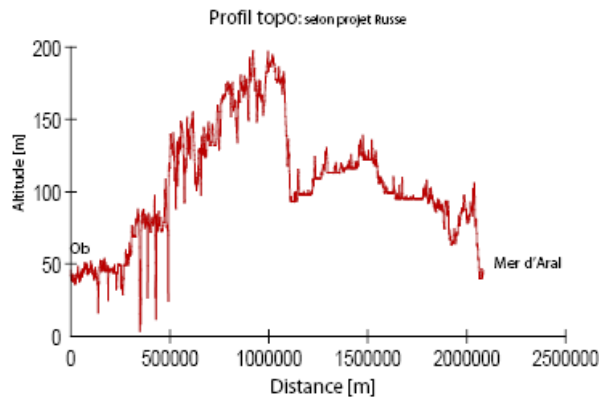


Figure 2.3 : Profil topographique de la variante russe

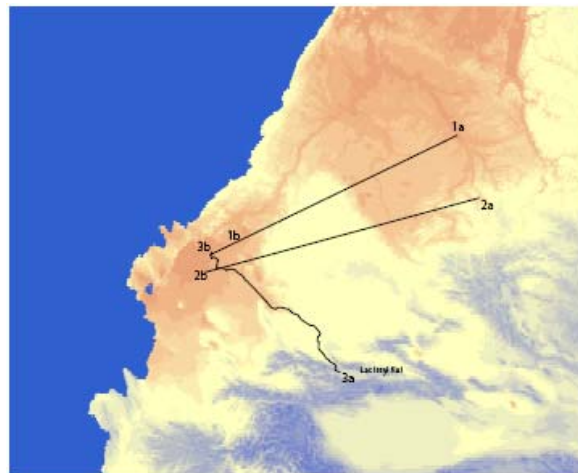


Figure 2.4 : Variantes 3 1a-1b et 2a-2b du groupe 1

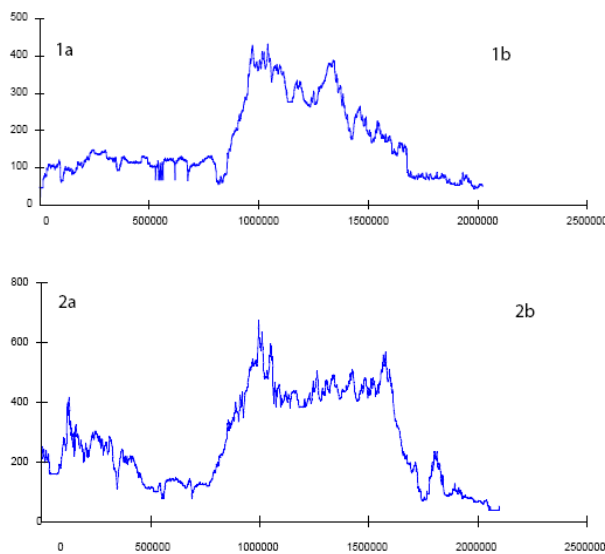
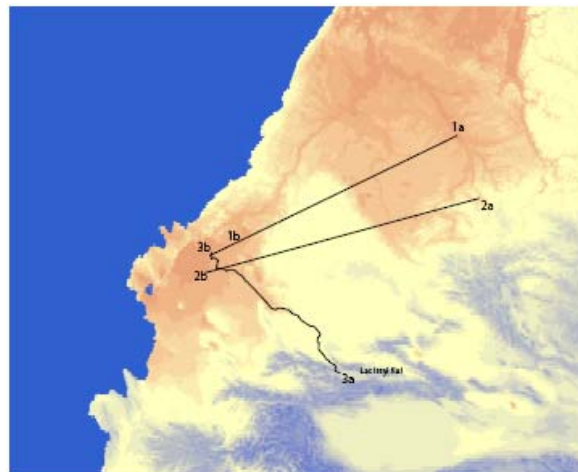
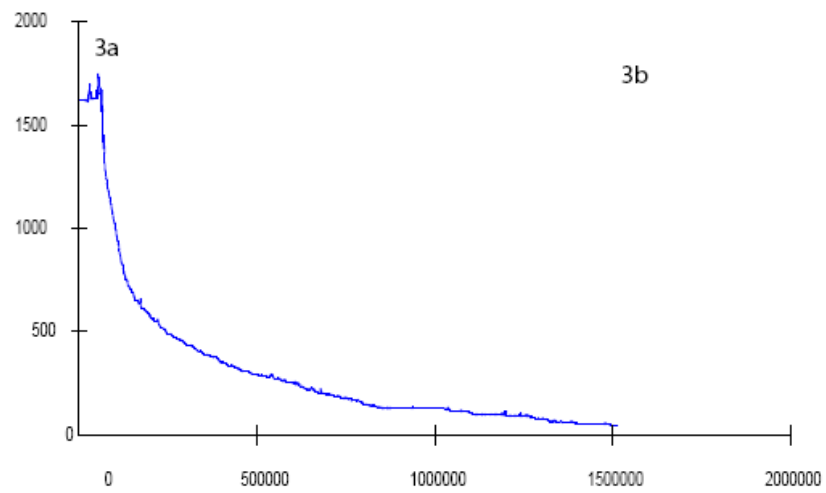


Figure 2.5 : Profil topométrique de la variante 3 1a-1b et 2a-2b

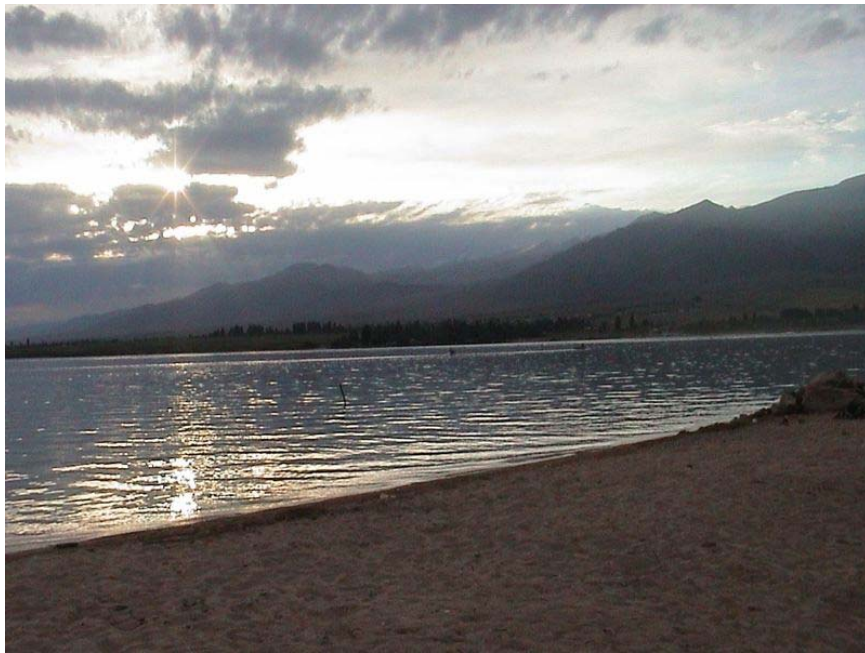
### 2.3.2 Autres sources de prélèvement



**Figure 2.6 : Alternative 1 3a-3b Pompage du lac Issyk Kul**



**Figure 2.7 : Profil en long de l'alternative 1 Lac Issyk Kul**



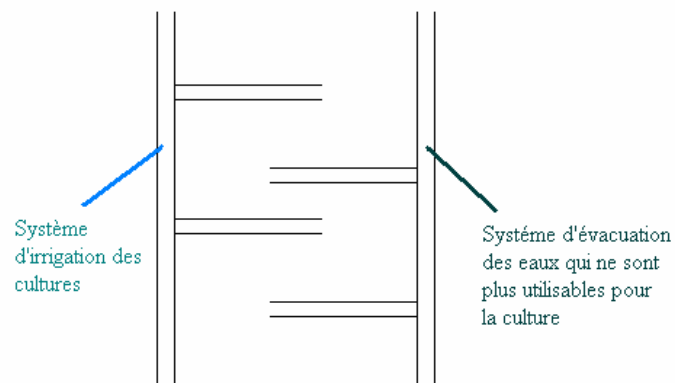
**Figure 2.8 : Lac Issyk kul au Kirghizstan**



**Figure 2.9 : Lac Issyk Kul au Kirghizstan**



**Figure 2.10 : Alternative 4 lac Aydarkoul (vu sur le site d'une agence de voyage)**



**Figure 2.11 : Schéma des réseaux d'irrigation et d'évacuation**

Il existe diverses méthodes pour traiter l'eau qui nécessitent des quantités d'énergie et des installations différentes. De plus, la méthode choisie et la quantité d'énergie utile dépendent de la quantité de sel présente dans l'eau.

Bref aperçu des méthodes :

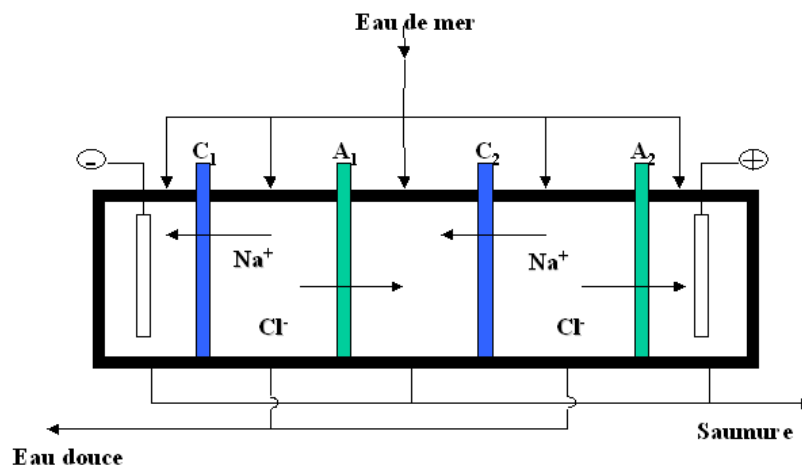
- La distillation : Ce procédé simple consiste à porter à ébullition l'eau salée qui se sépare ainsi en vapeur d'eau et en résidu de sel. Pour ce faire, il faut une enthalpie d'évaporation de **620 kWh/t** d'eau potable environ. (selon <http://www.pca-gmbh.com/appli/desalfr.htm>).

- La distillation à détente étagée (Multi-Stage Flash) : La base est la même que pour la distillation, mais avec en plus, le maintien d'une pression constante pendant que l'eau est chauffée. Ensuite, l'eau est introduite dans une enceinte (= un étage) à plus faible pression, ce qui engendre une évaporation instantanée appelée Flash. Ceci est reproduit plusieurs fois, par étages, avec des pressions de plus en plus faibles jusqu'à obtention de la qualité d'eau désirée. Pour cette méthode, il faut **100 kWh/t** pour l'évaporation et 3,5 kWh/t d'énergie électrique pour les pompes. (<http://www.pca-gmbh.com/appli/desalfr.htm>). Ce procédé n'a pas de flexibilité d'exploitation, il est par conséquent intéressant pour de grandes quantités d'eau à dessaler.

- L'osmose inverse : Le principe de cette technique consiste à appliquer une pression supérieure à la pression osmotique sur une solution en contact avec une membrane semi-perméable, ainsi seule l'eau pure traverse la membrane. En pratique, l'eau salée est envoyée à haute pression sur une membrane semi-perméable par l'intermédiaire d'une pompe et seule l'eau pure peut traverser. De l'autre côté reste une eau très salée, la saumure, qui doit être rejetée. Il ne faut pas oublier qu'un prétraitement est nécessaire pour éviter les dépôts de matières en suspension sur les membranes. C'est la technique la plus utilisée. Pour de grandes installations avec recyclage de la pression des pompes, la quantité d'énergie nécessaire peut-être réduite à **7 kWh/t**, mais elle reste de **30-40 kWh/t** d'eau pour de petites installations. (<http://www.pca-gmbh.com/appli/desalfr.htm>)

Ce procédé est certainement le plus économique. De plus, en tout cas pour de petits systèmes de désalinisation, il est possible d'utiliser de l'énergie solaire. Ceci est aussi possible pour une grande installation, mais il sera alors nécessaire de construire une nouvelle grande installation pour récupérer l'énergie solaire.

- L'électrodialyse : Ce système utilise un champ électrique qui fait migrer les ions à travers des membranes sélectives. Ceci permet d'éliminer les ions de la solution.



**Figure 2.12** : Fonctionnement d'une unité en parallèle de dessalement par électrodialyse (source : <http://www.lenntech.com/fran%E7ais/electrodialyse.htm>)



La demande d'énergie est dans ce cas proportionnelle à la teneur en sel de l'eau, elle varie de **3-8 kWh/t** pour des eaux saumâtres à **15-25 kWh/t** pour de plus amples teneurs en sel. (<http://www.pca-gmbh.com/appli/desalfr.htm>)

- La nanofiltration : Elle est basée sur le même principe que l'osmose inverse, mais utilise des membranes moins fines, et est donc de moins bonne qualité. Elle est surtout utile pour se débarrasser des ions de métaux lourds.

- Le système d'échangeur d'ions : Cette méthode est basée sur des substances granuleuses insolubles qui possèdent un radical qui peut être échangé.

- La décarbonatation : Cette technique est basée sur une réaction chimique qui a pour but de précipiter le carbonate de calcium.

Il existe encore d'autres méthodes de désalinisation, mais elles sont en général basées sur les mêmes principes que les méthodes précitées. Comme mentionné plus haut, la méthode la plus utilisée est certainement **l'osmose inverse**, car elle est une des plus économiques. L'électrodialyse semble aussi être intéressante, même au niveau économique, mais pour l'instant, elle est moins développée que l'osmose inverse.

Au niveau des coûts, une fois que l'installation est construite, l'osmose inverse demande 0,15\$ par m<sup>3</sup> (borne inférieure), selon la source : <http://www.franceisrael.info/articles.php?id=320&rub=7>. D'après les informations du site <http://mshades.free.fr/isentropiques/dessalement.html>, le coût de l'eau de mer dessalée varie entre 0,5 et 3 €/m<sup>3</sup>.

Il est donc possible de désaliniser l'eau récupérée après l'irrigation des cultures, mais cela demande, en plus des frais d'installations de départ, une certaine quantité d'énergie tout au long de la production d'eau dessalée qu'il faut assurer. Et si l'on peut disposer de cette énergie, il faut encore la payer....

Alternative 5 (cf. figures 2.13 & 2.14)<sup>1</sup> : Il s'agit du détournement de deux fleuves vers la mer d'Aral : d'abord, un petit canal de 800 km, 200 m de large et 5 m de profondeur drainerait de l'eau depuis la Volga (un fleuve navigable avec un débit de 240 km<sup>3</sup>/an se jetant dans la mer Caspienne) vers la dépression d'Aral par le sud ouest. Cet aménagement ne nécessiterait presque que pas de grandes stations de pompage car l'altitude relative ne constitue pas une barrière infranchissable et l'eau s'écoulerait par gravité (Coût des travaux : 8 milliards de dollars). Ensuite, un second canal de 2500 km serait dimensionné à travers les plaines autour du fleuve Tobol, un affluent de l'Ob (Cf. 2.3.1). Sa section serait identique à celle du petit canal. Il faudrait beaucoup plus de stations de pompage pour amener l'eau jusqu'à environ 300 m d'altitude (Coût des travaux : 22 milliards de dollars).

L'énergie de pompage de l'eau correspondrait à peu près à la moitié de celle produite par le barrage des trois gorges ou l'équivalent de 5 grands réacteurs nucléaires. Soit 2.5 GW pour un débit de 20 km<sup>3</sup> par année à travers les pompes. (Hypothèses de calcul de Ed Ring : altitude

<sup>1</sup> Proposition de Ed Ring sur [www.ecoworld.com](http://www.ecoworld.com)

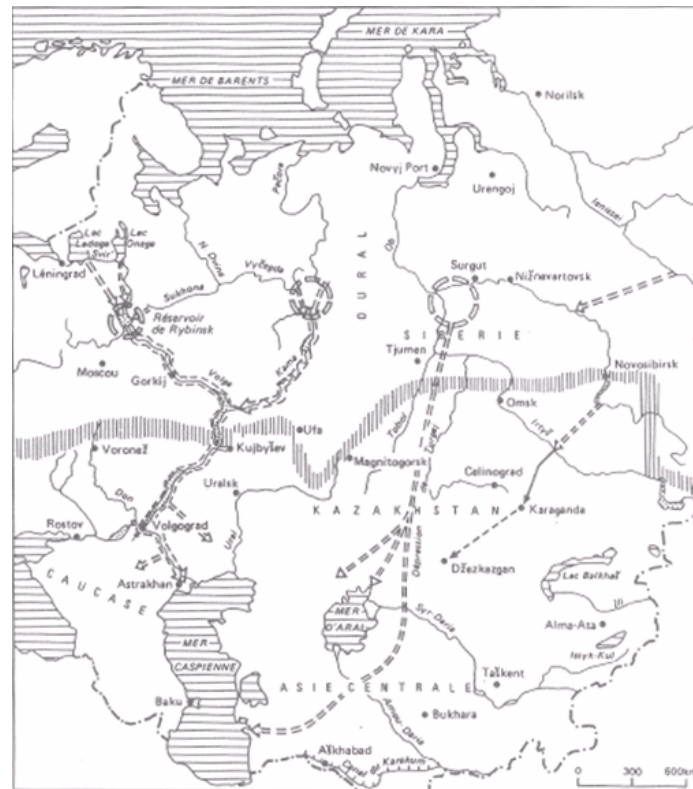
de 300 mètres, stations de pompage opérationnelles 365j/365j, il estime combien d'énergie il faut pour pomper 1km<sup>3</sup> d'eau sur 300 mètres d'altitude en utilisant un rendement de 77% pour les pompes.)



Figure 2.13 : Alternative 5 Volga et Ob

	watershed area square km	volume yearly flow cubic km	into Aral Sea 1950 cubic km	into Aral Sea 2000 cubic km	into Aral Sea with canals cubic km
Syr Darya	782,669	75	30	3	5
Amu Darya	534,764	35	20	3	5
Volga	1,410,994	240	0	0	25
Ob-Irtysh	2,972,497	385	0	0	35
<b>Total Water Into Aral Sea (Syr-Darya, Amu Darya, plus canals from Volga &amp; Ob)</b>			50	6	70+
	original area square km	area 2000 square km	original volume cubic km	volume 2000 cubic km	potential volume cubic km
Aral Sea Data	66,000	9,000	1,000	200	1,000

Figure 2.14 : Alternative 5 surfaces de volumes d'eau en présence



**Figure 2.15 : Projet de détournement des fleuves en URSS**

### 2.3.3 Alternatives originales !

La volonté de sauver la mer d'Aral est telle qu'elle nourrit les esprits les plus ingénieux ainsi que les plus imaginatifs. Certains projets, comme ceux énoncés précédemment, ont été partiellement étudiés et leur réalisation pourrait, moyennant de gros efforts, aboutir. Tandis que d'autres restent de la pure spéculation et risquent de rester enfermés dans la tête de ceux qui les ont imaginés.

Un de ces projets émis par certains visionnaires était de remplir un golfe asséché de la mer Caspienne – dont le niveau ne cesse d'augmenter actuellement – en espérant que l'évaporation dans ce golfe puisse alimenter un flux atmosphérique qui permettrait de remplir la mer d'Aral. Énoncé de cette façon, le projet semble déjà assez loufoque. De plus, il existe bien trop d'inconnues pour que le projet avance. A savoir, le flux, se déplacerait-il en direction de la mer d'Aral ? Est-ce qu'il pleuvrait effectivement au-dessus de la mer d'Aral ? Quelle serait l'importance de ce flux et dans combien d'années ou de siècles la mer d'Aral serait-elle remplie ?

La liste de questions pertinentes concernant ces projets n'est pas exhaustive et c'est la raison pour laquelle ces projets tombent à l'eau (ndlr : pour autant qu'il en reste....)

### 2.3.4 Autres alternatives locales



Figure 2.16 : Barrage sur la grande mer d'Aral



Figure 2.17 : Barrages

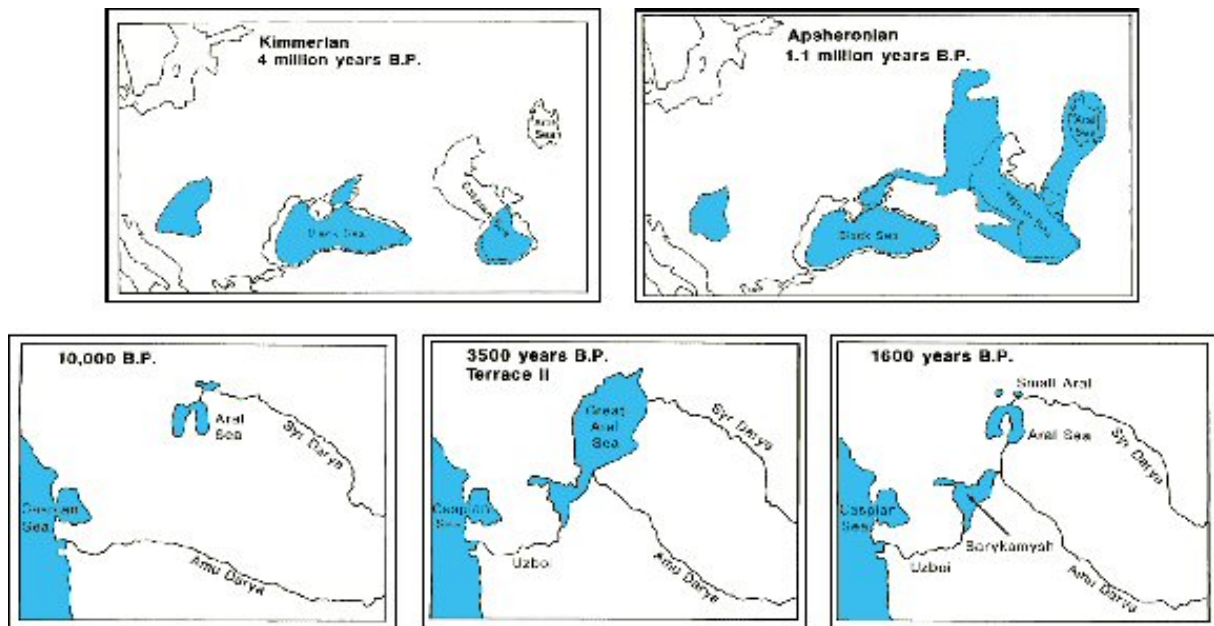



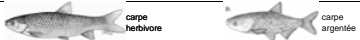

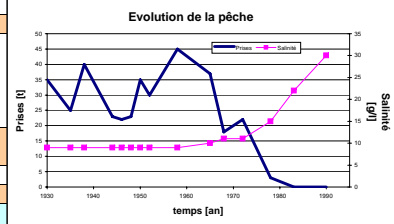


Figure 2.18 : cartes

### 11.1.3 Pêcherie et biosphère aquatique

Période	Altitude (m)	Salinité (g/l)	Action	Réponse	Graphiques et illustrations
1923			Prise de 20'000 t	Début de la pêche industrielle	
1927 - 1934	53 - 53,4	8 - 10	Introduction d'esturgeons étoilés Introduction d'aloise caspiennes Introduction accidentelle de 2 parasites	Mort massive des esturgeons indigènes causée par les parasites accidentellement introduits	
1933			Construction d'une conserverie de poisson à Muynak	exportation du poisson dans toute l'union soviétique	
1954 - 1958	53 - 53,4	8 - 10	Introduction de 2 espèces de crevettes et de 2 espèces de mulets Introduction accidentelle de 6 espèces de gobies, de poissons aiguille et d'athérine Introduction de harengs baltique	1 espèce de crevette enregistrée Hareng baltique et esturgeon étoilé enregistrés dans les prises de pêche Propagation de 3 espèces de gobie	
1955			Prise de 40'000 t		
1958 - 1960	53 - 53,4	8 - 10	Introduction de 4 espèces de crevettes d'opossum	Consommation du zooplancton grossier Propagation du zooplancton fin Diminution par 10 de la biomasse de zooplancton	
1960			Optimum de la pêche industrielle Prise de 45'000 t	Plus de 60'000 personnes vivaient directement ou indirectement de la pêche Production de plus de 20 mio de conserves par an	
1960 - 1963	53 - 52,7	9,8 - 10,4	Introduction de carpes herbivores et de carpes argentées Introduction de vers (Néréides) et de mollusques bivalves	3 espèces de crevettes d'opossum sont enregistrées	
1963	52,7	10,4		Carpes herbivores et argentées enregistrées dans les prises de pêche Vers découverts	
1964 - 1975	52,5 - 49,4	10,7 - 12,1	Impact néfaste de l'augmentation de salinité sur les larves de poissons Déssechement des zones de ponte des poissons anadromes Introduction de crustacés	Consommation des crevettes d'eau douce jusqu'à extinction complète Pertes de plantes aquatiques sensibles à la salinité Mollusques bivalves enregistrés Disparition massive des plantes à fleur Diminution par 3 de la production de poisson Disparition des champs de roseaux	
			Début d'impact néfaste de la salinité sur le zooplancton et le zoobenthos	Développement important des crustacés introduits Perturbation des processus naturels de reproduction due à la salinité Développement massif de zooplancton euryhalin Disparition des espèces zoobenthiques d'eau douce	
1965 - 1983			Détérioration du régime hydrique	Impact important sur le développement des poissons	
1975 - 1980	49,4 - 46,8	13,9 - 17,6	Introduction de filets, de carpes noires, de poissons tête de serpent	Disparition de 20 espèces d'organismes zooplanctoniques Disparition de 100 espèces zoobenthiques Dominance des algues planctoniques euryhalines Manque de jeunes poissons	
1980			Proposition d'un barrage entre les deux mers		
1981	45,5	14,1		Disparition de l'activité commerciale des pêcheries, arrêt de la pêche	
1983			Fin de la pêche industrielle	Plus d'activité dans les deux grands ports de la mer d'aral : Aralsk et Muynak Prise de seulement 50 t	
1984 - 1986	43,1 - 41,4	20,2 - 24,5		Disparition de toutes les espèces piscicoles commerciales (excepté le flet) Disparition des espèces zoobenthiques et zooplanctoniques adaptées milieux saumâtres	
1987 - 1994	40,1 - 37,5	26,5 - 39,4		Seules 5 espèces de poissons survivent : Le flet, Le hareng baltique, la gobie singe, le Pungitius platygaster (espèce indigène), l'athérine Stabilité relative des espèces phytoplanctoniques (50 espèces différentes) Seules 11 espèces zooplanctoniques survivent Seules 15 espèces zoobenthiques survivent	
1992			Construction d'une première digue payée par le district Aralsk	Préservation du niveau de l'eau, diminution de la salinité, la pêche est possible	
1996			Renforcement de la digue		
1998			Pré-études pour la construction d'un barrage plus solide		
2002			Destruction de la digue par une énorme tempête	Appel à la reconstruction Intérêts de la Banque mondiale et d'autres organisations	
2004			reconstruction de la nouvelle digue	Début de la rétention d'eau Retour timide de la pêche dans la petite mer Retour timide de l'activité industrielle	



**11.1.4 Santé et environnement**

<b>Date</b>	<b>Etape</b>	<b>Production documentaire du groupe</b>
6 Nov.	Élaboration du planning Présentation de 5min Discussion de la perception de la problématique au sein du groupe.	
13 Nov.	Identification et énumération des maladies plus fréquente dans la région de la mer d'Aral basé sur des statistiques spatio-temporelles.	<i>Création d'un tableau</i>
20 Nov.	Compréhension des causes médicales, des symptômes, des traitements et les rapports complexes entre les différentes maladies.	<i>Compléter le tableau Création des diagrammes Classification selon différents critères.</i>
27 Nov.	Rechercher le potentiel/infrastructures de santé présente sur place. Diagnostic de l'aide internationale existante	<i>Statistiques Création des cartes.</i>
4 Déc.	Identification des causes environnementales.	<i>Production de carte Avoir les bases pour pouvoir proposer des solutions.</i>
11 Déc.	Mise en commun avec autres groupes (groupes 1,2,5,7)	<i>Trouver des aspects omis ou non considérés. Intégrer notre problématique dans un contexte global.</i>
18 Déc.	Présentation des solutions. Après une énumération des solutions possibles un triage par rapport à la faisabilité, nécessité, urgence, importance était fait.	<i>Sous forme d'un plan structuré en court terme, moyen terme, long terme.</i>
8 Jan.	Première proposition du rapport final	<i>Mise en commun des résultats Rédiger le rapport.</i>
15 Jan. 22 Jan.	Rédaction du rapport final et intégration du travail de chacun dans le rapport final.	

**Tableau 4.1** *Planning des étapes de travail*

Maladie trouvant leur cause directe dans l'altération de l'environnement naturel								
Problème	Symptômes	Traitement	Due à	Causes	Statistiques	Comparaison USSR... TEMPS	Comparaison temps	Sources
<b>Maladies pulmonaires et respiratoires</b>	Destruction et obstruction des capillaires pulmonaires en empêchent la respiration. Cavités et eau dans le tissu pulmonaire. <b>Toux courante et respiration sifflante</b>	Intervention chirurgicale	retombées de sel qui contiennent des sulfates de soude <b> poussières dans l'air</b>  <b>la déviation de l'eau pour l'irrigation</b>	<b>poussière: le lit de l'ancienne mer est exposé à l'érosion éolienne.</b>  43 million de tonnes de poussières déplacées par année (p.13) <b>200 millions tonnes de poussières/an</b>	Asthme: 178 cas pour 100'000 habitants en 1998 (p.13)  <b>taux de FVC% bas (médian=96.6%) en particulier parmi les femmes et prévalence de dysfonctionnement pulmonaires =10.6%</b>	Asthme: 3 fois plus élevée que la moyenne (Uzbekistan) (p.13)  La région de 500 Km de la zone touchée <b>taux de FVC% (médian=100.5%) et prévalence de dysfonctionnement pulmonaires =2.6%</b>	Asthme: "sharply increased since 1992" (p.13)	<b>études faites sur les enfants entre 6-15 ans par un groupe de chercheurs au japon (école de médecine, Tokyo et l'institut de la santé et la nutrition)</b>
<b>Ophthalmies</b>	La poussière et le sable entrent dans les yeux, irritant et endommageant la cornée et les muqueuses, provoquant des infections et facilitant l'intrusion dans le corps humain de bactéries et de virus.	<i>Désinfection et protection contre la poussière et le sable</i>	retombée de sel qui contiennent des sulfates de soude <b> poussières dans l'air</b>	<b>poussière: le lit de l'ancienne mer est exposé à l'érosion éolienne.</b>  43 million de tonnes de poussières déplacées par année (p.13) <b>200 millions tonnes de poussières/an</b>				
<b>Déformation congénitales (anencéphalies, becs-de-lièvre, ...)</b>		Variable selon la déformation, mais soit il n'y a pas besoin autrement une intervention chirurgicale est la seule possibilité.		Les maladies congénitales peuvent avoir différentes origines. Un manque d'éléments primordiaux pendant la formation des organes, des éléments qui sont nuisible pour les foetus ou des modifications génétiques par des rayons nucléaires.	augmentation entre 1980 et 1989 de 300 à 400 par 100 000 habitant			
<b>Maladies rénales</b>	L'eau salée endommage les reins ce qui provoque une chaîne de problèmes liés au sang.		eau potable salée <b>L'eau potable au Karakalpakstan contient régulièrement jusqu'à 3.5 g/L (p.9) 4 fois plus que les teneurs</b>	<b>Irrigation intensive</b>				



			recommandées par l'OMS (UNESCO)					
--	--	--	---------------------------------	--	--	--	--	--

**maladies ayant des causes indirectes dans l'altération de l'environnement naturel. mauvaises conditions sanitaires**

Problème	Symptômes	Traitement	Due à	Cause	Statistiques	Comparaison USSR... TEMPS	Comparaison temps	Sources
<b>tuberculose</b>	<i>La tuberculose est une maladie infectieuse provoquée par le bacille de Koch. Il s'agit essentiellement d'une infection touchant l'adulte jeune et les hommes sont près de deux fois plus atteints que les femmes. Les symptômes sont de la fièvre, de la toux, amaigrissement, problèmes respiratoires, des cavernes (cavités dans le tissu pulmonaire, contenant de l'air) Les facteurs de risque sont l'immunodépression, la toxicomanie intraveineuse, l'absence de domicile fixe, le contact direct avec des personnes infectées et certaines professions de santé. Le déclin économique et l'augmentation de la précarité sont des causes reconnues de l'augmentation du nombre de cas.</i>	<i>Le traitement antibiotique de six à huit mois sous surveillance régulière (au moins pendant les deux premiers mois, surveillance directe des malades pour s'assurer qu'ils prennent bien leurs médicaments) Le traitement repose surtout aussi sur des mesures de prévention</i>	<i>mauvaise hygiène et surtout mauvaise traitement sanitaire des infectées -&gt; résistances</i>		<i>2002: 89 cas de nouvelles infections pour 100'000 habitants (p.2) 35% sont des enfants</i>	<i>Région voisine (Khorezm): 23 cas par 100'000; moyenne nationale: 18 (registré), 41 estimé par OMS</i>		<i>problemy tuberkulez a Issue 9-10, 1992, Pages 13-15</i>
<b>anémies graves (des femmes de procréer)</b> <u>Statistiques détaillées: (femmes):</u> <b>anémies faibles</b> <b>anémies modérée</b> <b>anémies sévère</b> <u>Statistiques détaillées: (enfants):</u> <b>anémies faibles</b> <b>anémies modérée</b> <b>anémies sévères</b>	<i>L'anémie n'est pas une maladie, mais un symptôme concomitant qui provient d'une autre maladie ou d'une malnutrition. Le patient n'a pas assez de globules sanguins. Ce manque entraîne un mauvais transport de l'oxygène par le sang et en cas d'une anémie grave des douleurs de poitrine, symptômes cardiovasculaire, une réduite de performance du système immunitaire et des conditions mentales et physiques. Le grand risque pendant une grossesse et le retardement de développement du fœtu, des accouchements prématurés, morts intra-utérines.</i>	<i>Le traitement d'une anémie consiste dans le traitement de son étiologie. On donne au patient du fer additionnel. Dans des cas grave une transfusion sanguine est nécessaire.</i>	<i>Le principal type est le manqué en fer: - faible consommation de viande - habitude de donner du thé aux enfants (inhibe l'absorption de fer) (p.12) strontium, zinc et magnésium dans l'eau potable</i>	<i>Pauvreté  irrigation intensive</i>	<i>Le nombre de femmes enceintes anémiques 98.7% (p.12)  femmes: Kasakhstan: 37% 11% 1% Uzbekistan: 45% 14% 1% Kyrgyz rep.: 28% 9% 1%  enfants: Kasakistan: 30% 34% 5% Uzbekistan: 34% 26% 1% Kyrgyz rep.: 24% 24% 1%</i>	<i>96% des femmes  Khorezm (région voisine): 91%, Tashkent: 39%, Syrdaria Oblasts: 51%  20% of the pregnant women in the USA (wikipedia)</i>		<i>departement de recherches, Calverton, USA</i>

<b>pathologies de grossesse</b>								
accouchements prématurés								
femmes mortes en couches								
Fausse couche spontanée tardive								
vulnérabilité par rapport des maladies sexuellement transmissibles (Syphilis et herpès génital)								
<b>Maladies du sang</b>	cf maladie des reins							
<b>mortalité infantile</b> <b>mortalité maternelle</b> <b>mortalité infantile</b>	Pesticides utilisés pour la culture du riz et du coton, manque de drainage des usines et des terres agricoles		mauvaises conditions sanitaires	dégradation générale de la région	1988: 11% (afrique:10%, Inde 9.5 %, France 0.9%)  120/100000 50-60/1000 en 1991, seulement 5% de naissances étaient sains			parentho d in europe: Volume 24, Issue 1, March 1995, Page 23
<b>Peste</b>								
<b>choléra</b>	<p>"Le choléra est une toxi-infection entérique épidémique contagieuse due à <i>Vibrio cholerae</i>, ou bacille virgule, découvert par Koch en 1883, et caractérisée par des diarrhées banales ou cataclysmiques. La forme majeure classique est fatale dans plus de la moitié des cas, en l'absence de traitement (de quelques heures à trois jours).</p> <p>La contamination est orale, d'origine fécale, par l'eau de boisson ou des aliments souillés. Il se manifeste de manière aiguë par des vomissements ainsi que des diarrhées liquides abondantes et fréquentes (50 à 100 par jour), qui entraîne une déshydratation ainsi qu'une perte de sels minéraux et une augmentation de l'acidité du sang. Les selles sont incolores et inodores (aspect « d'eau de riz »). Dans les cas graves, cette modification métabolique</p>	<p>"Le traitement consiste essentiellement en une réhydratation, qui maintient le patient en vie le temps qu'il guérisse spontanément en quelques jours. La réhydratation est si possible associée à des antibiotiques."</p>						

	<i>peut entraîner la mort en un jour ou deux."</i>							
<b>tularémie</b>								
<b>arthrite</b>	<i>L'arthrite est une inflammation aiguë ou chronique des articulations dont l'origine est rhumatismale ou d'infection bactérienne. En plus le stress, le faible système immunitaire et la malnutrition ont une contribution essentielle sur l'infection. Le malade souffre de douleurs dans les articulations et a de la peine à faire des mouvements jusqu'à la paralysations.</i>	<i>Avec des médicaments intraveineux comme l'acide salicylique ou des médicaments contre la malaria</i>			<i>l'arthritisme a augmenté de 6 000 % entre 1983-1998</i>			
<b>hépatite virale</b>	<i>Ceci est un nom pour les maladies causé par des virus qui affecte le foie. On distingue les type A,B,C ,qui peuvent endommager le foie chroniquement et donc la fonctionnement n'est plus garanti. Les type B,C peuvent être mortel.</i>	<i>traitement: régime (pas d'alcool, sucre, lait), médicament par voie orale. prévention: hygiène et vaccination contre le type A et B</i>						
<b>maladies intestinales graves</b> <b>maladie diarrhéique (maladie gastro-intestinal)</b>			<i>eau potable polluée 2000: des études montrent que les niveaux microbiologiques recommandés maximaux étaient dépassés dans 14% des échantillons, pic atteint en Décembre 2000 (69%)</i> <i>qualité d'eau très mauvaise</i>	<i>La disponibilité d'installations de traitements des eaux est faible à travers l'Uzbékistan et encore plus au Karakalpakstan</i> <i>les nappes phréatiques sont utilisées comme une source d'eau potable.</i>	<i>61.8% de prélèvements &gt; limite critique de TMC (Total microbial count) et 80% &gt; limite critique du paramètre indice de coli</i>		<i>détérioration de l'a qualité de l'eau entre 1999 - 2001</i>	<i>centre de développment et de recherches, université de Bonn</i>
<b>Cancer et tumeurs</b>					120 par 100000 habitant en 1989			
<b>typhus</b>	<i>C'est une maladie infectieuse par une bactérie. Après la contamination survient un épisode de diarrhée transitoire</i>	<i>Traitement avec de l'antibiotique, mais il existe la grande</i>				23 fois plus fréquent que dans le reste du CEI		

	accompagnée de la fièvre. Le malade est prostré. En cas d'absence de traitement le malade meurt dans 50 % des cas	difficulté de la création des générations de bactéries résistantes. Traitement contre la fièvre et la déshydratation. Prévention: augmenter l'hygiène et vaccin						
<b>hypercalciuria (taux de calcium dans la urine très élevés)</b>			pollution et fonctions rénales affaiblies à cause de substances toxiques		38.6% d'échantillonnage	Zhanakorgan (région un peu loin du bassin) taux = 12.8%		département de pédiatrie, école de médecine, Japon P.S études faites sur presque 400 enfants
<b>Polylymphadenitis</b> <b>Inhibition des réactions immunitaires</b> <b>symptômes d'intoxication(région Karakalpakia)</b>					84.6% des enfants 76% des enfants 68% des enfants			problemy tuberkulez a Issue 9-10, 1992, Pages 13-15
<b>Tractus urinaire</b>			Sur-irrigation et agriculture intensive du coton	un taux très haut de solides dissous augmente la dureté de l'eau potable				centre de recherches de l'urologie, ministère de la santé, Uzbekistan

Impacts Psycho-sociologiques							
Problème	Symptômes	Traitement	Due à	Cause	Statistiques	Comparaison USSR... TEMPS	Comparaison temps
Chômage (p.8)			arrêt de la pêche, difficultés dans l'agriculture -> voir autres groupes		70% 80% de la population active	Uzbekistan: ~35%	

Alcoolisme			Chômaget, autres				
Migration hors de la région			Disparition de la pêche, pas de perspectives		Toute la region de la mer d'Aral: 1980-2000: ~100'000 personnes déplacées en raison du désastre environnemental (p.24); actuellement (2001) l'émigration net au Karakalpakstan.:3000-4000 par an (mais la population augmente quand même !)		
Aide							
Les dépenses de santé du gouvernement ouzbek au Karakalpakstan étaient de seulement \$6.5 per capita in 2002 (source: medecins sans frontieres)			L'OMS suggère au moins 60\$ pour une couverture de santé minimale				Dépenses de santé: 1992: 4.8% PIB 2002: 3.4% PIB (p.5)
MSF: programme de lutte contre la tuberculose (depuis 1998)							
MSF présent depuis 1997; seule organisation dans la zone							

Sources quantification

Karakalpakstan: a population in Danger, médecins sans frontières, 2002

"La mer d'Aral"

OMS (National Environmental Health Action Plan (Kazakhstan))

FAO, 1998

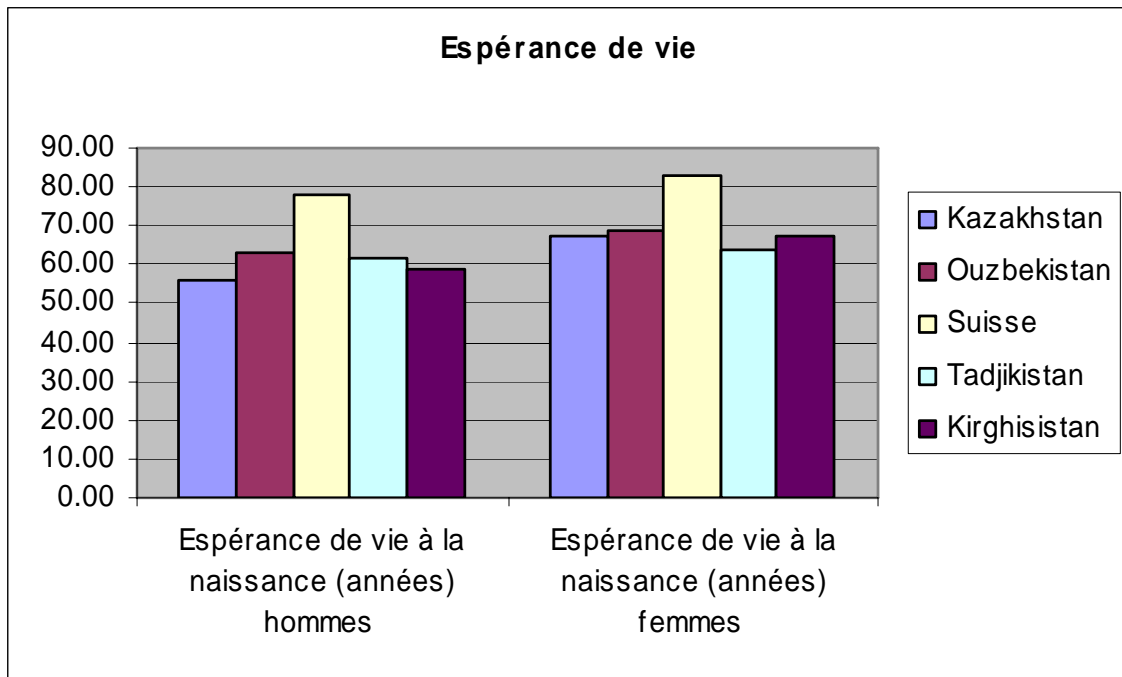
UNESCO, 2001

Sources sur les maladies

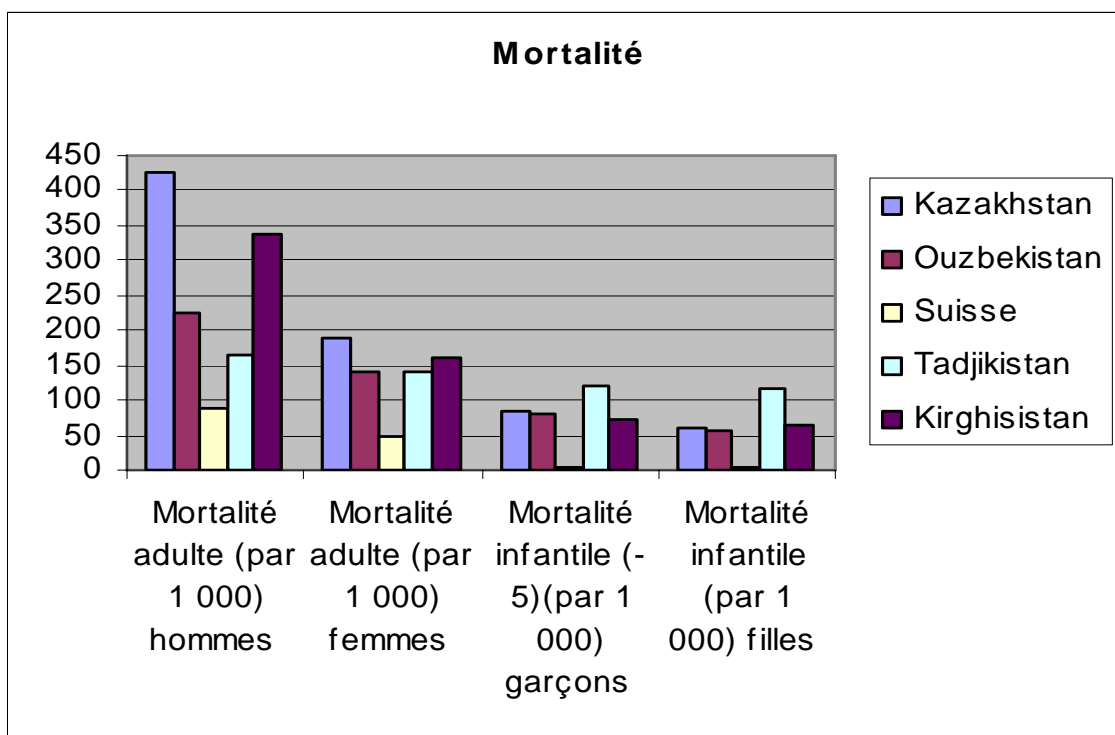
Wikipedia.org

Etats-des-Lieux de la santé		Géographie
maladie ayant la cause directe dans l'altération de l'environnement naturel	eau potable	1.5 million d'habitants
	sable, poussières contenant de sel de sulfate de soude	Karakalpakstan
	test atomique	
	pesticides utilisés lors du plantation du coton	
maladies ayant des causes indirectes dans l'altération de l'environnement naturel. mauvaises conditions sanitaires		
	maladie ayant la cause dans l'environnement économique et social due au fait de l'altération de l'environnement naturel	

**Tableau 4.2** *Tableau des maladies*



**Figure 4.3** *Espérance de vie sur l'ensemble du bassin versant à l'étude (OMS 2003)*



**Figure 4.4** : Mortalité sur l'ensemble des pays du bassin versant de la mer d'Aral (OMS 2003)

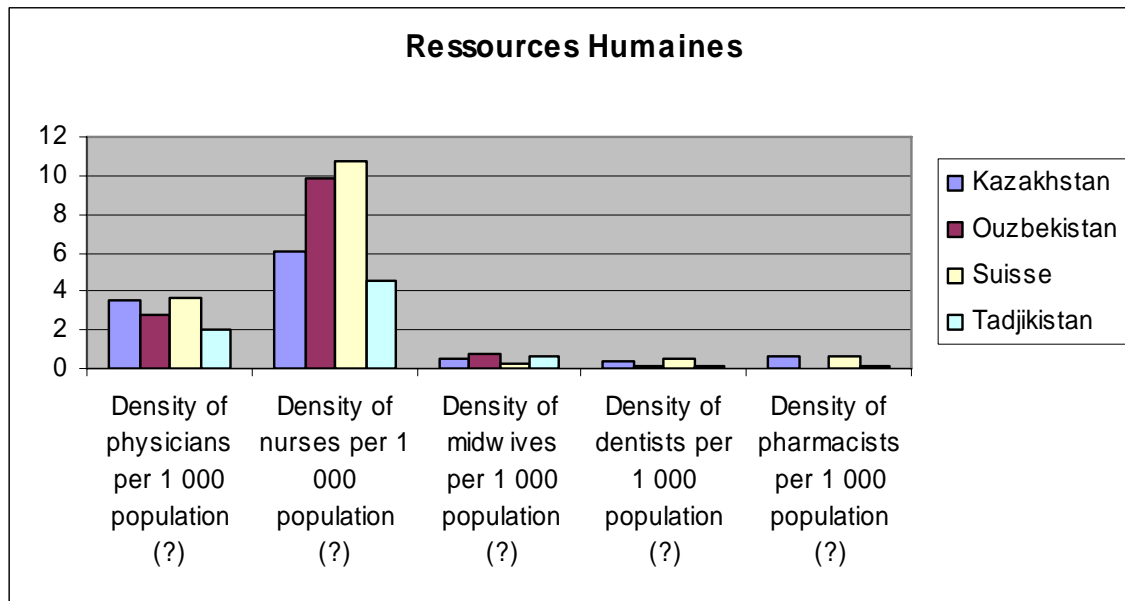


Figure 4.5 Ressources humaines (OMS 2003)

Fig. 2. Organizational chart of health care system

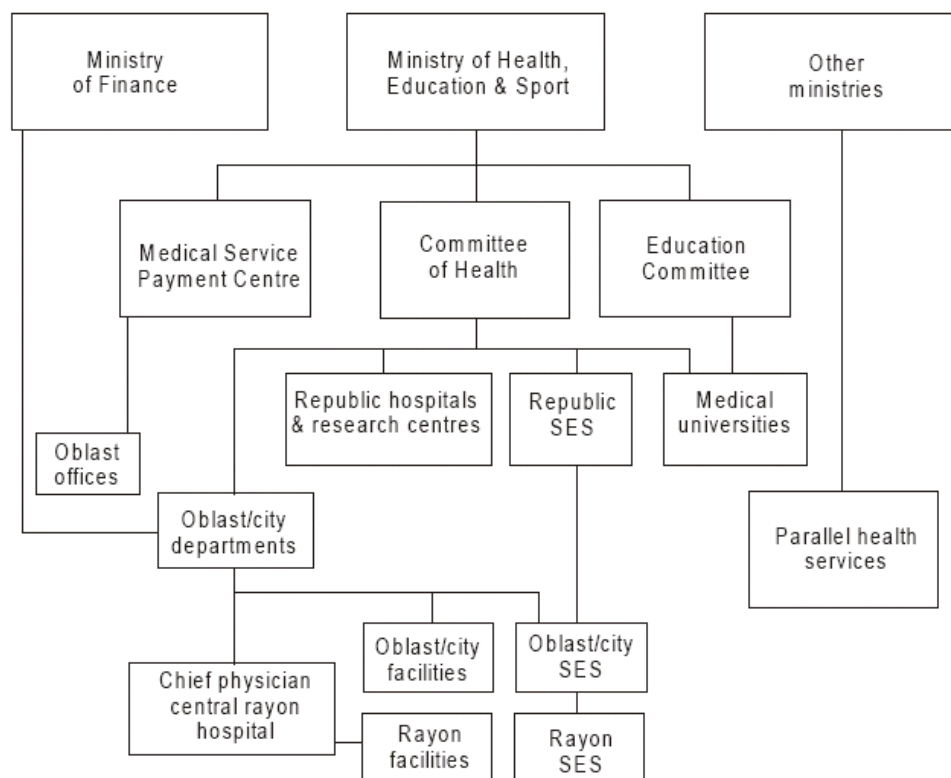
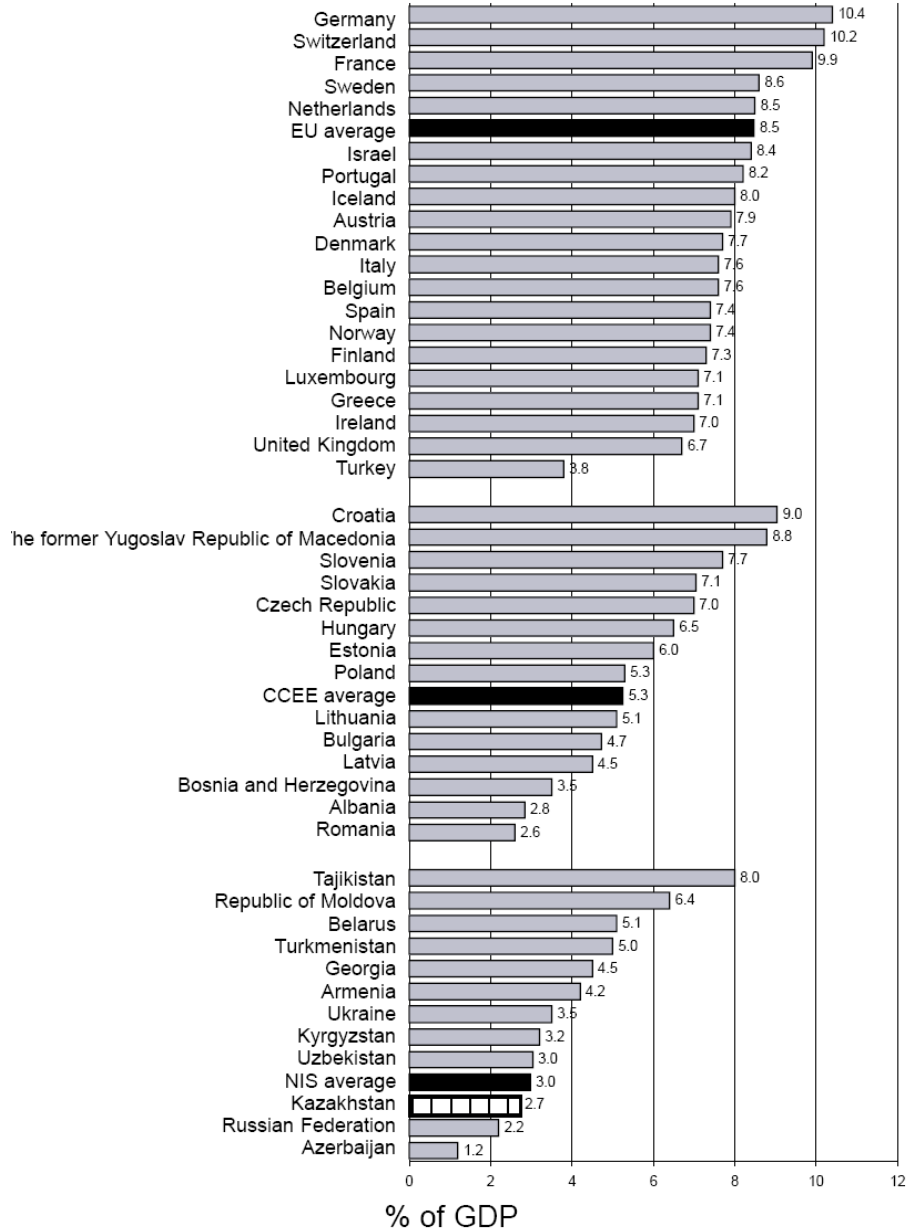


Figure 4.6 Organigramme du système de santé du Kazakhstan (OMS 2003)



**Fig. 5. Total expenditure on health as a % of GDP in the WHO European Region, 1997 or latest year**



Source: WHO Regional Office for Europe health for all database.

**Figure 4.7 : Dépenses pour le système sanitaire en % du PIB (OMS 2003)**

Indicateur	Kazakhstan	Ouzbekistan	Suisse	Tadjikistan	Kirghisistan
Total des dépenses de santé en % du PIB	3.5	5.5	11.5	4.4	5.3
Dépenses de sécurité sociale en % des dépenses publiques de santé	0	0	69.3	0	15.2
Total des dépenses de santé par habitant (en dollars internationaux)	315	159	3776	71	161
Dépenses publiques de santé par habitant (en dollars internationaux)	180	68	2209	15	66

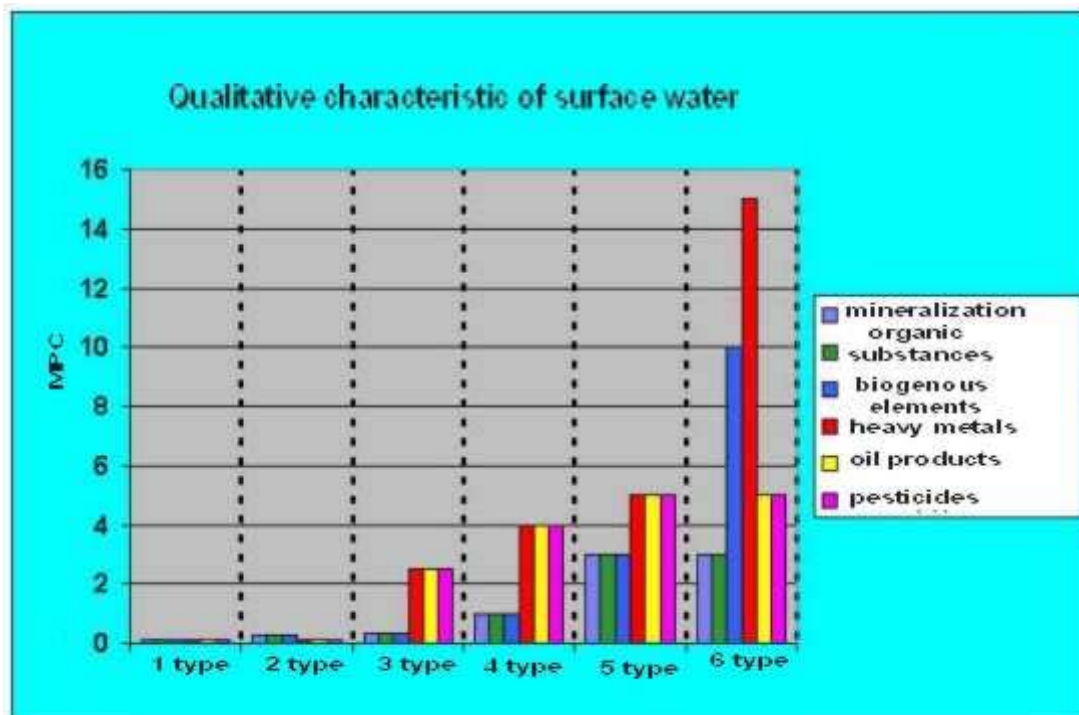
**Tableau 4.8** *Dépenses pour le système sanitaire (OMS 2003)*

Indice	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
<b>Croissance (hausse du PIB en %)</b>	-9.1	+1,1	+2	-2,5	+1,7	+9,5	+4
<b>Population (millions d'habitants)</b>	16151	15981	15960	14952	14952	14952	-
<b>PIB par habitant (\$)</b>	1133	1316	1412	1426	1440	1560	-
<b>Production industrielle (par rapport à l'année précédente, %)</b>	-8.2	+0.3	+3	-2.1	+2.2	+14.6	+8
<b>Agriculture (par rapport à l'année précédente, %)</b>	-24.4	+7.8	-1.9	-18	+21.6	-3.3	+1
<b>Investissements directs (milliards de dollars)</b>	0.98	1.6	2.1	1.2	1.33	0.56	0.87
<b>Exportations (milliards de dollars)</b>	5.2	5.9	6.3	5.7	4.6	8.9	9.3
<b>Importations (milliards de dollars)</b>	3.8	4.2	7.4	6.6	4.5	6.8	-
<b>Déficit budgétaire (% du PIB)</b>	3.99	2.92	3.8	4.1	4	2.7	-
<b>Inflation (%)</b>	60	28.7	11.2	9	17.8	13.2	7
<b>Chômage (% de population active)</b>	2.1	4.1	3.8	3.7	3.9	3.5	-
<b>Salaire moyen (dollars)</b>	-	-	113.6	124.3	92.7	98.3	-
<b>Devise nationale (cours de change par rapport au \$)</b>	60.95	67.3	75.5	88.3	119.6	145.44	154

**Tableau 4.9 :** *Tableau comprenant certains chiffres indicatifs de la situation économique du Kazakhstan (Source : Ambassade du Kazakhstan en France)*

The main indicators of water-land resources use dynamics in the basin of the Aral Sea						
Indicator	Unit of measurement	1960	1970	1980	1990	1999
Population	mln.	14.1	20	26.8	33.6	39.9
Irrigated land area	thous. hect	4510	5150	6920	7600	7900
Summary water intake	cub. km per year	64.7	83.5	120.7	118.1	107.6
For irrigation	cub. km per year	55.2	74	108.5	106	96.3
Specific intake per 1 hect. of irrigation	cub.m per hect	12240	14370	15680	13950	12190
Specific intake per capita	cub. m per capita per year	4590	4174	4500	3515	2700
GDP	mlrd. \$.	16.1	32.4	48.1	74	54.5

**Tableau 4.10** Les principaux indicateurs en terme de consommation d'eau dans le bassin de la mer d'Aral



**Figure 4.11** Qualitative characteristic of surface water

Risque	cause	statistiques
<b>Eau potable</b>	Salinité	tap water 0.7-1.5 mg/l hand pump & hand dry wells 1.5-2 mg/l
	Contamination microbienne	61.8% > TMC (total microbial count) 80% > limite critique de paramètre Coli index
	dureté (Ca, Mg ions)	2-4.9 fois la concentration maximale permis
	éléments biogénétiques (résidus de engrais minéraux)	ammonium in the form of NH4 0.01-0.19 mg/l nitrate ammonium in the form of NO3 0.7-3.1 mg/l nitrate ammonium in the form of NO2 0.001-0.01mg/l Phosphor in the form of PO4 0.01-0.05 mg/l
	particules en suspension	5-16 mg/l in tap water
	manque de micro-éléments (F, Fe, J)	moins que les concentrations internationales

**Tableau 4.12** Contamination de l'eau potable

Dynamics of water resources use in Kazakhstan (mln. cub. m)								
Years	Sources	Farming drinking	Agricultural water supply	Industrial technical	Fishery	Irrigation	others	Total
1990	Total	214	147	276	111	10136	437	11320
	From surface (transboundary)	20	20	0	61	8500	0	8601
	From surface (local)	19	11	154	50	1636	0	1870
	From ground	175	116	122	0	0	14	427
	Re use of CDW	0	0	0	0	90	60	1130
1995	Total	140	130	180	150	10100	60	11300
	From surface (transboundary)	0	20	0	100	7960	185	8265
	From surface (local)	0	10	60	50	2040	100	2260
	From ground	140	100	120	0	0	15	375
	Re use of CDW	0	0	0	0	100	300	400

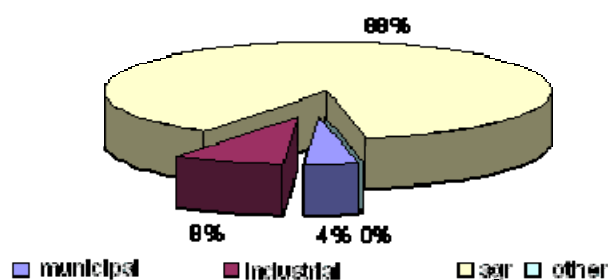
  

**Indicators of water consumption**

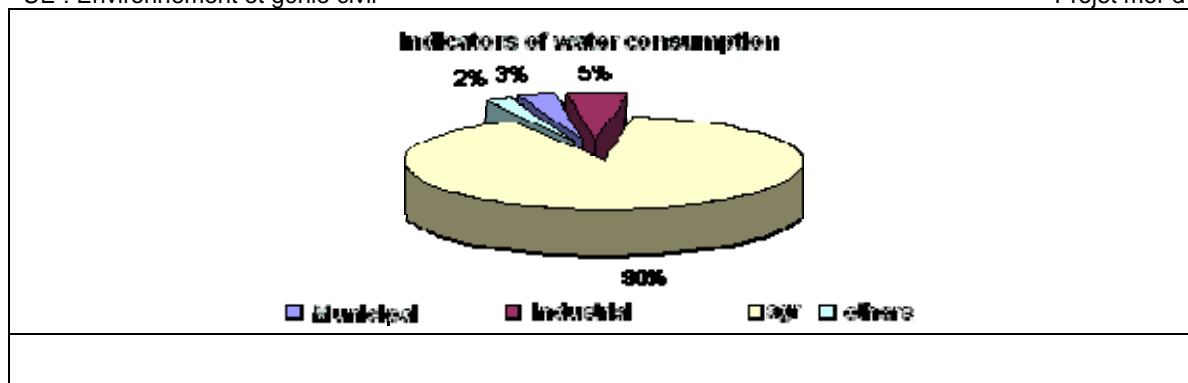
■ municipal    ■ industrial    ■ ag.    ■ others

**Dynamics of water resources use in Kyrgyzstan (mln. cub. m)**

Years	Sources	Farming drinking	Agricultural water supply	Industrial technical	Fishery	Irrigation	others	Total
1990	Total	90	70	68	13	4910	0	5155
	From surface (transboundary)	0	0	0	0	370	0	370
	From surface (local)	53	0	14	13	4182	0	4262
	From ground	41	70	54	0	0	290	455
	Re use of CDW	0	0	0	0	68	0	68
1995	Total	91	85	56	5	4730	0	4966
	From surface (transboundary)	0	0	0	0	350	0	350
	From surface (local)	48	20	6	5	4120	0	4199
	From ground	43	65	50	0	176	0	344
	Re use of CDW	0	0	0	0	84	0	84

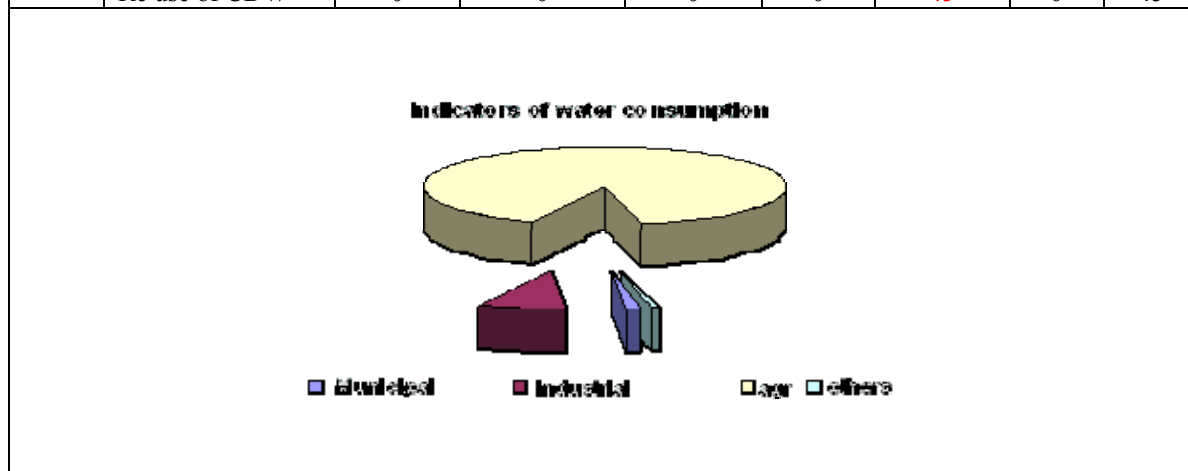
**Indicators of water consumption****Dynamics of water resources use in Tadjikistan (mln. cub. m)**

Years	Sources	Farming drinking	Agricultural water supply	Industrial technical	Fishery	Irrigation	others	Total
1990	Total	485	696	594	459	10239	374	12847
	From surface (transboundary)	0	36	201	200	8270	340	9047
	From surface (local)	165	200	143	259	392	0	1159
	From ground	320	460	400	0	1080	34	2294
	Re use of CDW	0	0	0	0	347	0	347
1995	Total	475	585	449	140	10400	40	12089
	From surface (transboundary)	0	102	150	30	9198	20	9500
	From surface (local)	175	333	199	110	232	0	1049
	From ground	300	150	100	0	600	20	1170
	Re use of CDW	0	0	0	0	370	0	370



**Dynamics of water resources use in Turkmenistan (mln. cub. m)**

Years	Sources	Farming drinking	Agricultural water supply	Industrial technical	Fishery	Irrigation	others	Total
1990	Total	187	42	11	35	22963	0	23338
	From surface (transboundary)	0	15	75	35	22776	0	29901
	From surface (local)	0	0	0	0	0	0	0
	From ground	187	27	36	0	140	0	390
	Re use of CDW	0	0	0	0	47	0	47
1995	Total	330	70	325	35	22470	0	23230
	From surface (transboundary)	145	40	289	35	22274	0	22783
	From surface (local)	0	0	0	0	0	0	0
	From ground	185	30	36	0	151	0	402
	Re use of CDW	0	0	0	0	45	0	45



**Dynamics of water resources use in Uzbekistan (mln. cub. m)**

Years	Sources	Farming drinking	Agricultural water supply	Industrial technical	Fishery	Irrigation	others	Total
1990	Total	2354	723	1298	1080	58156	0	63611
	From surface (transboundary)	0	0	555	427	42939	0	43921

	From surface (local)	0	0	0	653	7097	0	7750
	From ground	2354	723	743	0	3220	0	7040
	Re use of CDW	0	0	0	0	4900	0	4900
1995	Total	2030	1090	1200	880	49020	0	54220
	From surface (transboundary)	0	0	450	350	35440	0	36240
	From surface (local)	0	0	0	530	7280	0	7810
	From ground	2030	1090	750	0	2500	0	6370
	Re use of CDW	0	0	0	0	3800	0	3800

**Tableau 4.13** *Consommation d'eau*

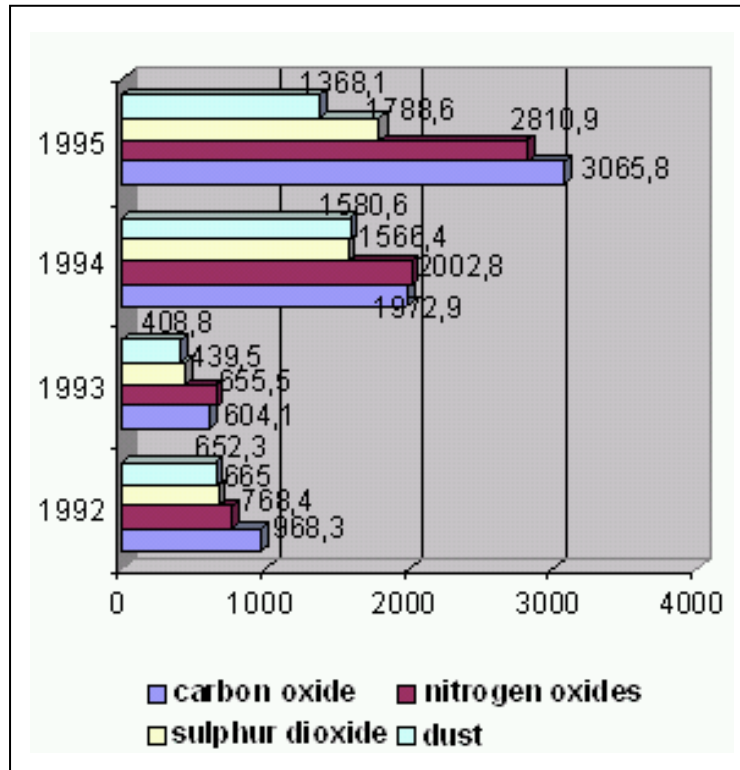
Contaminant	Potential health effects	Sources of contaminants
Cryptosporidium	Gastrointestinal diseases (diarhea, vomiting etc.)	Human and fecal animal waste
Giardia lamblia	Gastrointestinal diseases	Human and fecal animal waste
Viruses (enteric)	Gastrointestinal diseases	Human and fecal animal waste
Arsenic	Skin damage or problems with circulatory systems, and may have increased risk of getting cancer	Erosion of natural deposits; runoff from orchards, runoff from glass & electronics production wastes
Cadmium	Kidney damage	Corrosion of galvanized pipes; erosion of natural deposits; discharge from metal refineries; runoff from waste batteries and paints
Chromium	Allergic dermatitis	Discharge from steel and pulp mills; erosion of natural deposits
Copper	Short term exposure: gastrointestinal distress Long term exposure: liver or kidney damage	Corrosion of household plumbing systems; erosion of natural deposits
Lead	Infants and children: delays in physical or mental development Adults: high blood pressure, kidney problems	Corrosion of household plumbing systems; erosion of natural deposits
Mercury (inorganic)	Kidney damage	Erosion of natural deposits; discharge from refineries and factories; runoff from landfills and croplands

**Tableau 3.14** *Tableau de différents contaminants et leurs effets sur la santé*

Type de polluant	Standard primaire	Standard secondaire
Particules en suspension (particules solides et gouttelettes dans l'air, comprenant, poussière, fumée, brouillard, vapeur et éclaboussures de diverses sources)	Moyenne géométrique annuelle (A) = 75 microg/m <sup>3</sup> Moyenne quotidienne maximum (B) = 260 microg/m <sup>3</sup>	(A) = 60 microg/m <sup>3</sup>  (B) = 150 microg/m <sup>3</sup>
Dioxyde de soufre (gaz incolore, irritant, lourd; charbon; pétrole, etc., produits de combustion)	(A) = 80 microg/m <sup>3</sup> (0,03 ppm) (B) = 365 microg/m <sup>3</sup> (0,14 ppm)	Moyenne maximum pour une période de 3 heures = 1300 microg/m <sup>3</sup>
Monoxyde de carbone	Moyenne maximum pour une, période de 8 heures = 10 mg/m <sup>3</sup> (9 ppm) Moy. maxi pour une période de 1 h = 40 mg/m <sup>3</sup> (35 ppm)	le même que le primaire
Pollution photochimique (de type ozone; gaz toxique, incolore, irritant, un des composants du smog photochimique)	Moyenne maximum pour une période d'1 h = 160 microg/m <sup>3</sup> (0,08 ppm)	le même que le primaire
Dioxyde d'azote (gaz brun toxique, produits de combustion des carburants)	Moyenne arithmétique annuelle = 100 microg/m <sup>3</sup> (0,05 ppm)	le même que le primaire

**Tableau 3.15** : Quantification de certaines substances toxiques présentes dans la mer d'Aral. Source: «Living in Environment» UNESCO 1985

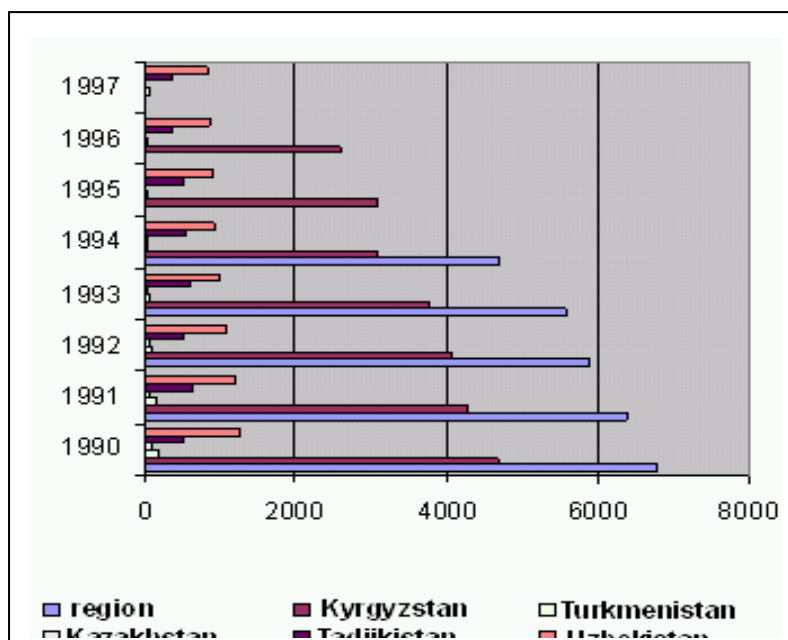




**Tableau 3.16 :** *Dynamique des concentrations de diverses substances volatiles dans le bassin élargi de la mer d’Aral en millier de tonnes par ans entre 1992 et 1995*

**Commentaire :**

Pour le Kazakhstan, la réduction d’émissions pour la période intéressée de 1992-1995 était de 25.8%. En Ouzbékistan, on a observé une diminution globale de 12% sauf pour certains produits azotés qui ont augmenté.



**Tableau 4.17 :** *Dynamique des émissions de polluants dans l’air provenant de sources stationnaires par les pays limitrophes de la mer d’Aral entre 1990 et 1997*

En 1996, les émissions des substances nocives émises dans l'atmosphère ont diminuées de 490 mille tonnes, mais malheureusement, la qualité de l'air au Kazakhstan ne s'est pas améliorée à cause des émissions accrues provenant du transport automobile. Les régions de Koustanaï émettaient tout de même 2.6 kilogrammes par km<sup>2</sup> de substances nocives, le sud du Kazakhstan 0.83 et le Kazakhstan oriental 0.66.

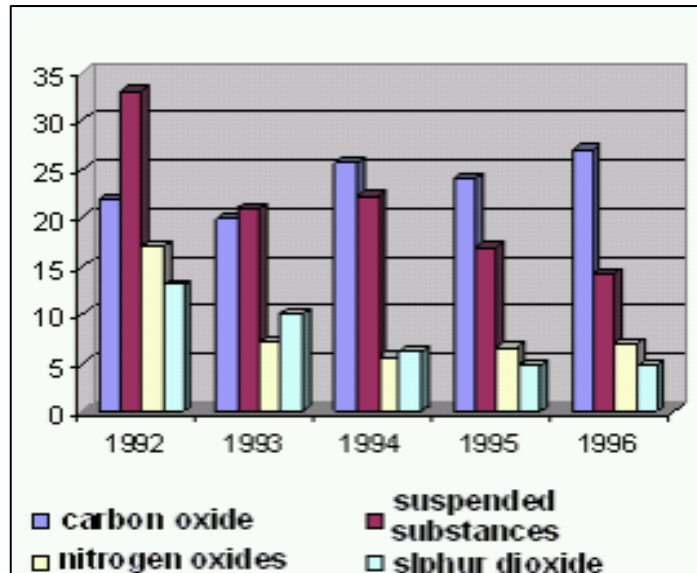
Les émissions nocives enregistrées dans les bassins des villes du Kazakhstan provenant de sources stationnaires identifiables sont d'environ 3 millions de tonnes/ans dont 40% venant des centrales électriques, 30% de la métallurgie ferreuse, la part des produits chimiques de l'industrie de raffinage, et de l'industrie de la fabrication minérale d'engrais étant de 20%. Les rejets les plus importants viennent de l'oblast (область qui signifie région en russe) de Pavlodar au Nord-Est du pays (762.6 mille tonnes par an) et de Karaganda au centre est du pays (602 mille tonnes par an) ainsi que 482 mille tonnes dans la ville de J eskazga, soit 61% de toutes les émissions du pays. Au Kazakhstan, 200 kilogrammes de différents composés chimiques sont déchargés en moyenne par habitant chaque année. Des seuils de 1284 kilogrammes peuvent être franchis dans des villes tel que Pavlodar, 501 kilogrammes dans les villes de l'oblast de Karaganda, 1285 kilogrammes dans J eskazgan, et environ 483 kilogrammes dans le nord du Kazakhstan.

De plus, 1/3 des entreprises industrielles n'ont aucune zone sanitaire de protection de dimension normative autour de leur installation. La plupart des populations des centres industriels vivent dans des zones nocives pour la santé (émanation de produits toxiques dans l'atmosphère, bruit, vibration, champs électromagnétiques etc...)

Le transport automobile libère chaque année 2 millions de tonne de CO<sub>2</sub>. Dans la plupart des grandes villes, l'automobile rend compte d'environ 60% de la pollution atmosphérique, alors que pour des villes comme Almaty elle est responsable près de 90% des émissions globales. En conséquence, différents composés chimiques de la catégorie 1-2 de danger (oxyde de soufre, d'azote etc...) selon le classement de l'UNESCO ont été identifiés dans les bassins de nombreuses villes, ainsi que des composés de la catégorie 3-4 (des oxydes d'azote, du soufre, du carbone etc...). Ainsi, en moyenne, la concentration en benzopèrène (substance de catégorie 1) excède 2.5 fois le MPC (seuil standard de pollution de l'air à ne pas dépasser défini par l'UNESCO)<sup>1</sup>. A Taraz, nous atteignons les 16 MPC, 11 MPC à Ust-Kamenogorsk (ville de l'est du pays). A Shymkent les concentrations en anhydride de phosphore, de l'hydrogène fluorique, de cuivre, du plomb, et de cadmium sont également très hautes. Dans les villes d'Ekibastuz et de Pavlodar des substances telles que le Zn, Cr, Pb, Rb, Ni, Cu, Mn, Fe et Cl sont observés. (se conférer au graphique ci-dessous)

**Tableau 4.18** : *Bilan quantitatif de la pollution atmosphérique au Kazakhstan*

<sup>1</sup> Se conférer au tableau *Standard MPC pour la qualité de l'air ambiant* en Annexe



**Tableau 4.19 :** Evolution de la concentration moyenne en millier de tonnes de certaines espèces chimiques au Kazakhstan durant les années 1992 et 1996

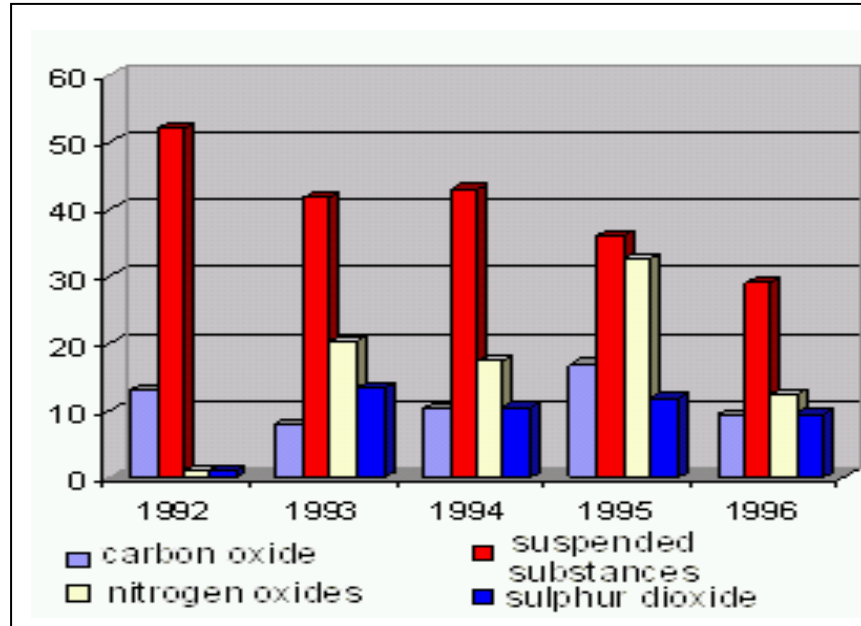
En Ouzbékistan, des quantités très importantes de poussière transportée par les vents proviennent des déserts de Karakum de Kyzylkum, et du lit de la mer d'Aral d'où les grandes masses de poussière salées qui sont engendrées. Toute cette poussière est transportée d'Ouest en Est comme nous le verrons par la suite. En raison de l'activité industrielle et les transports, 4 millions de tonne de substances chimiques sont libérées dans l'atmosphère chaque année. Un des grands problèmes de l'Ouzbékistan en matière de pollution atmosphérique provient du fait que les grands centres industriels (sources d'émission des substances nocives) comme Chirchik, Tashkent ou Yangiyul qui sont situés dans des vallées sont dans des zones très propice à la pollution.

Dans sa globalité, l'Ouzbékistan est caractérisé par un faible brassage atmosphérique, par une stagnation de l'air et par un brassage vertical faible. Ensuite, les précipitations sont très faibles et ne peuvent pas provoquer de lavages conséquents. En annexe, nous avons publié la concentration de différents produits néfastes présents en Ouzbékistan.

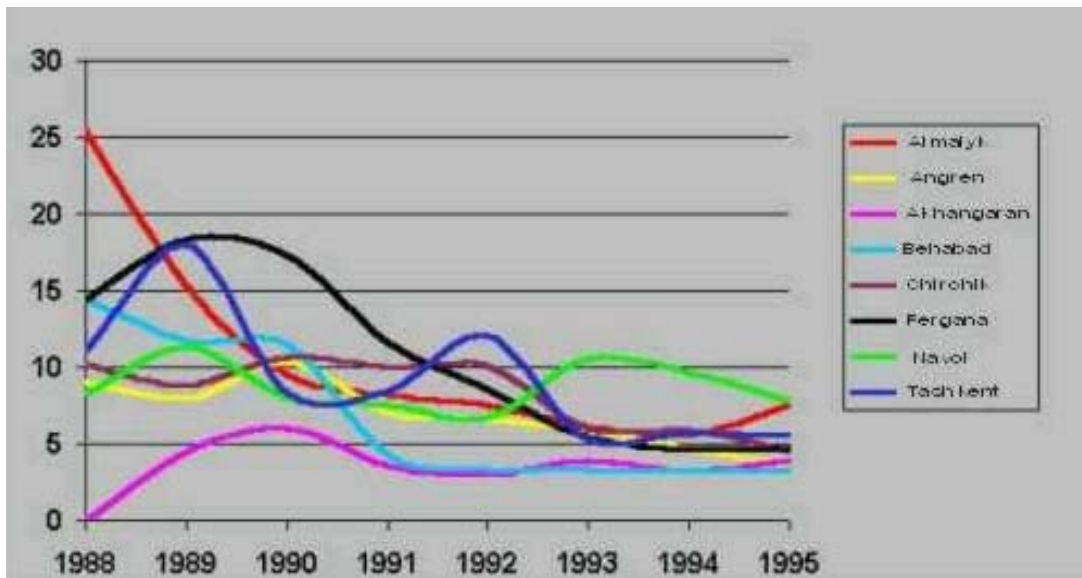
Ensuite, en raison d'une teneur en poussière élevée dans l'air, le niveau annuel moyen de la pollution atmosphérique en poussière dans les villes et dans les centres les plus industriellement développés n'est pas descendu au-dessous du niveau admissible ( MPC) depuis que des mesures sont réalisées. En général dans le pays, on a observé 1.8 fois excède de MPC (1991), suivi d'une certaine diminution du taux de pollution atmosphérique à 1.4 MPC en 1996 (Se conférer au diagramme 5 en annexe).

La part de MPC en oxyde de soufre pour 1991-1996 dans l'ensemble de L'Ouzbékistan était satisfaisant et oscillait entre 0.3-0.4 MPC, et entre 0.65-0.68 MPC pour les oxydes de carbones. Enfin, les chercheurs ont également constaté de formation de nuage photochimique à forte teneur en azote dans le ciel de Bekabad, Tashkent, Ferghana, Chirchik et Mouniak ville proche de la mer d'Aral.

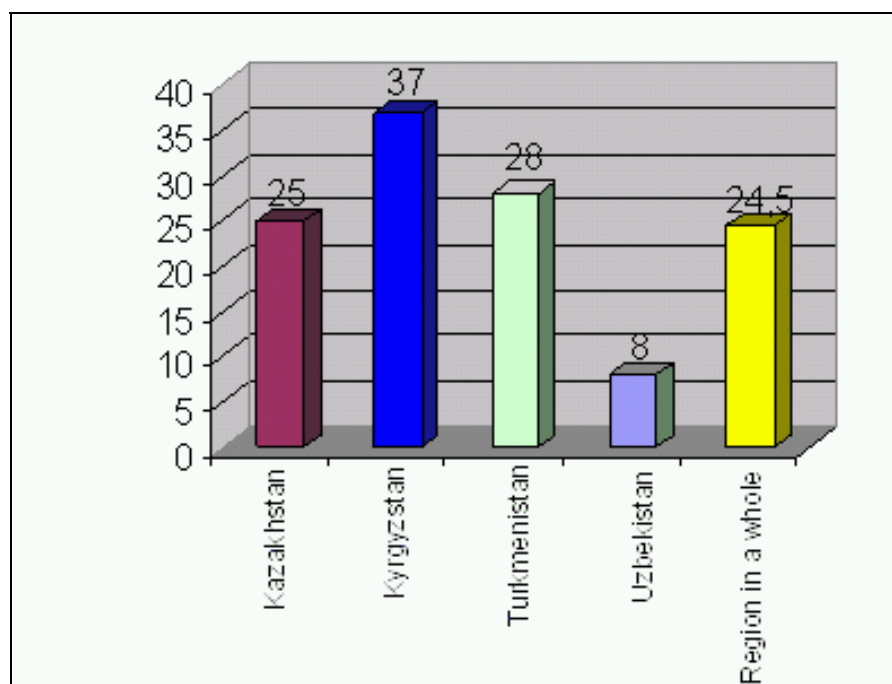
**Tableau 4.20 :** Bilan quantitatif de la pollution atmosphérique en Ouzbékistan



**Tableau 4.21** : Evolution de la concentration moyenne en millier de tonnes de certaines espèces chimiques en Ouzbékistan durant les années 1992 et 1996



**Figure 4.22** : Variation de l'indice MPC (intégrant diverses pollutions atmosphérique dans les villes industrielles développées d'Ouzbékistan.)



**Tableau 4.23 :** Concentration moyenne de l'air en nucléotide radioactif en 1995 dans la zone de la mer d'Aral.



Figure 3.24 Les déchets radioactifs, chimique et biologiques en Asie centrale



Figure 3.25 Kazgidromet (Kazakhstan)

Au Kazakhstan, les sources principales de pollution radioactive sont l'ancien centre d'essai de Semipalatinsk ou des explosions nucléaires eurent lieu entre 1946 et 1961. Ensuite, on dénombre de nombreuses entreprises industrielles qui utilisent des procédés nucléaires. Les quantités conséquentes d'uranium présentes dans le sous sol kazakh ont permis l'ouverture de nombreuses mines d'extraction et de traitement des minerais à fortes sources radioactives.

On constate également des anomalies radioactives dans certaines régions du aux fortes concentrations en Uranium.

Face aux fortes concentrations radioactives, un système de surveillances fut mis sur pieds en 1996 utilisant 40 stations météorologiques. Un bilan à donc pu être dressé par les autorités. Ce sont les radionucléides qui sont responsables de la contribution principale à la pollution radioactive. Leur présence dans l'atmosphère est conditionnée par les vents et la présence de matériels radioactifs découvert dans les terrains de recouvrement. Les essais nucléaires souterrains chinois à Lob nur en 1996 ont également affecté le territoire Kazakh mais dans de faibles proportions.

Dans certaines régions dont Semipalatinsk des radio-isotopes artificiels tels que le caesium-137, le strontium-90, le plutonium-239.240 et le cobalt-60 ont été mesurés à des concentrations importantes. Selon les experts américains de l'AIEA (International Atomic Energy Agency), les concentrations relevées représentent un sérieux danger sanitaire.

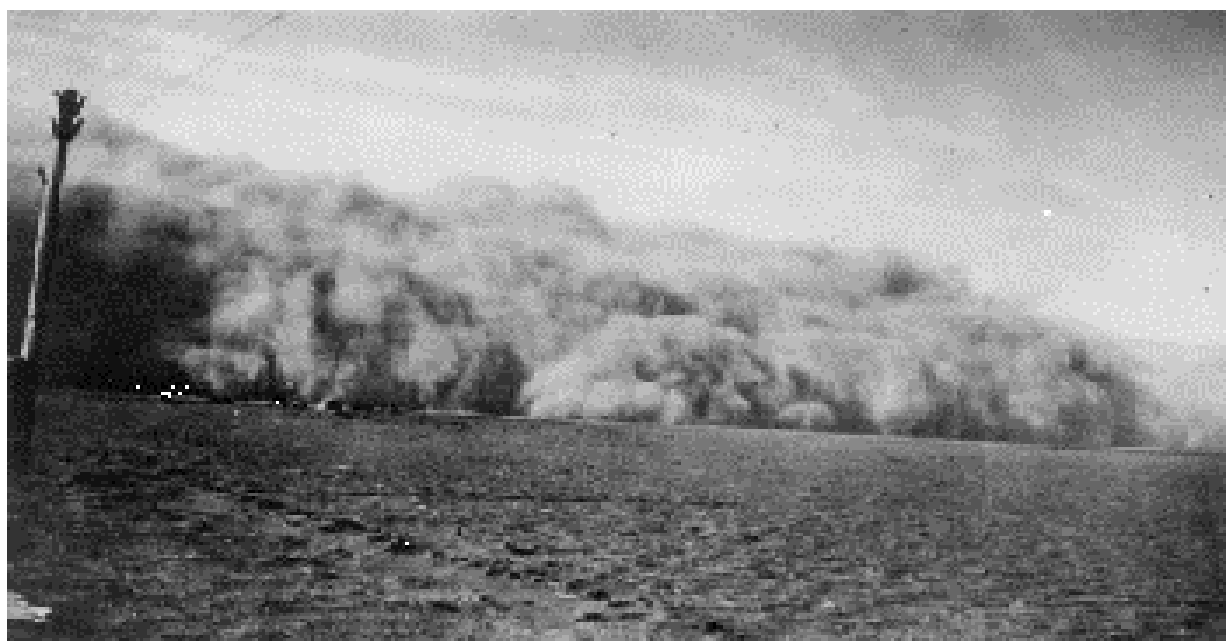
En Ouzbékistan, La production de minerais radioactifs sur le territoire a commencé dès le début du XX<sup>ème</sup> siècle mais a particulièrement augmenté après la première guerre mondiale. Pendant cette période environ 150 sites présentaient une pollution radioactive. Dans la République, les travaux dans la mine ont eu lieu sur 4 emplacements ; à Uchkuduk (400 km au Sud-Est de la mer d'Aral), Ketmenchi, Surghapy, et Sabirsay. A Uchkuduk, des crassiers (terril, déchets non exploitables de la mine) non standard ont été accumulés. La surface des crassiers représente environ 700 km carré. La pollution provoquée par les radionucléides en Ouzbékistan est provoquée par l'activité des productions suivantes :

- L'industrie de l'uranium (déchets non standard, lixiviation souterraine, conditions de transport déplorable).
- Industrie d'autres minerais possédant de fortes teneurs en radionucléide (lignite du dépôt d'Anghren, phosphorites des dépôts de Djeruoy, Djeroy-Sardyra, et Muruntau)
- Sources de rayonnement ionisant importées des pays limitrophes et notamment du Kazakhstan, pour employer comme dans diverses industries (matériaux de construction, textile, métallurgie etc...)
- Ensuite, certains gisements de charbon contiennent de grosses quantités d'uranium très dangereux lors de la combustion du charbon.

**Tableau 4.26** : *Synthèse quantitative de la situation actuelle du Kazakhstan et de l'Ouzbékistan concernant la radioactivité*



**Figure 4.27** : Carte satellite montrant les flux de vents venu de l'ouest et balayant la zone.  
Source : Earth observatory NASA/2002



**Figure 4.28** Tempête de poussière au Kazakhstan en 2002.



Country	Province	City	Population (inh)	Proposed WTP	Capacity of filtered water	Similar example
					proposed m <sup>3</sup> /day	
Kazakistan	Qyzylorda/Qaragandy	zezqazgan	104000	UNITANK® advanced	8000 m <sup>3</sup> /day	Rousselot, Buenos Aires, Argentina
		Ayteke	33800	UNIBRANE® advanced	3000 m <sup>3</sup> /day	Heenvliet, The Netherlands
		aralsk	31589	UNIBRANE® advanced	3000 m <sup>3</sup> /day	Heenvliet, The Netherlands
		Zhaksykylysh	8208	UNIBRANE® advanced	1500 m <sup>3</sup> /day	Heenvliet, The Netherlands
		Kazalinsk	6200	UNIBRANE® advanced	1500 m <sup>3</sup> /day	Heenvliet, The Netherlands
Uzbekistan	Qoraqalpoghistan	Nukus	240734	UNITANK® advanced	75000 m <sup>3</sup> /day	Pan Yu Qianfeng, Guangzhou, China
		Xojayli	76158	UNIBRANE® advanced	7000 m <sup>3</sup> /day	Rousselot, Buenos Aires, Argentina
		Qongirot	60660	UNITANK® advanced	7000 m <sup>3</sup> /day	Rousselot, Buenos Aires, Argentina
		Qorozak	27786	UNIBRANE® advanced	3000 m <sup>3</sup> /day	Heenvliet, The Netherlands
		Taxstakopir	27647	UNIBRANE® advanced	3000 m <sup>3</sup> /day	Heenvliet, The Netherlands

UNITANK®  
advanced

[activated sludge system with biological N/P removal]

UNIBRANE®

[membrane bioreactor with biological N/P removal]

advanced
----------

### **Sludge treatment technologies**

Keppel Seghers' HARDPELLETISER, produces hard, round and dust-free pellets from sludge from municipal and industrial wastewater treatment plants. These pellets can be used as fertiliser or "green fuel" for steam or electricity production.

### **Membrane Technologies**

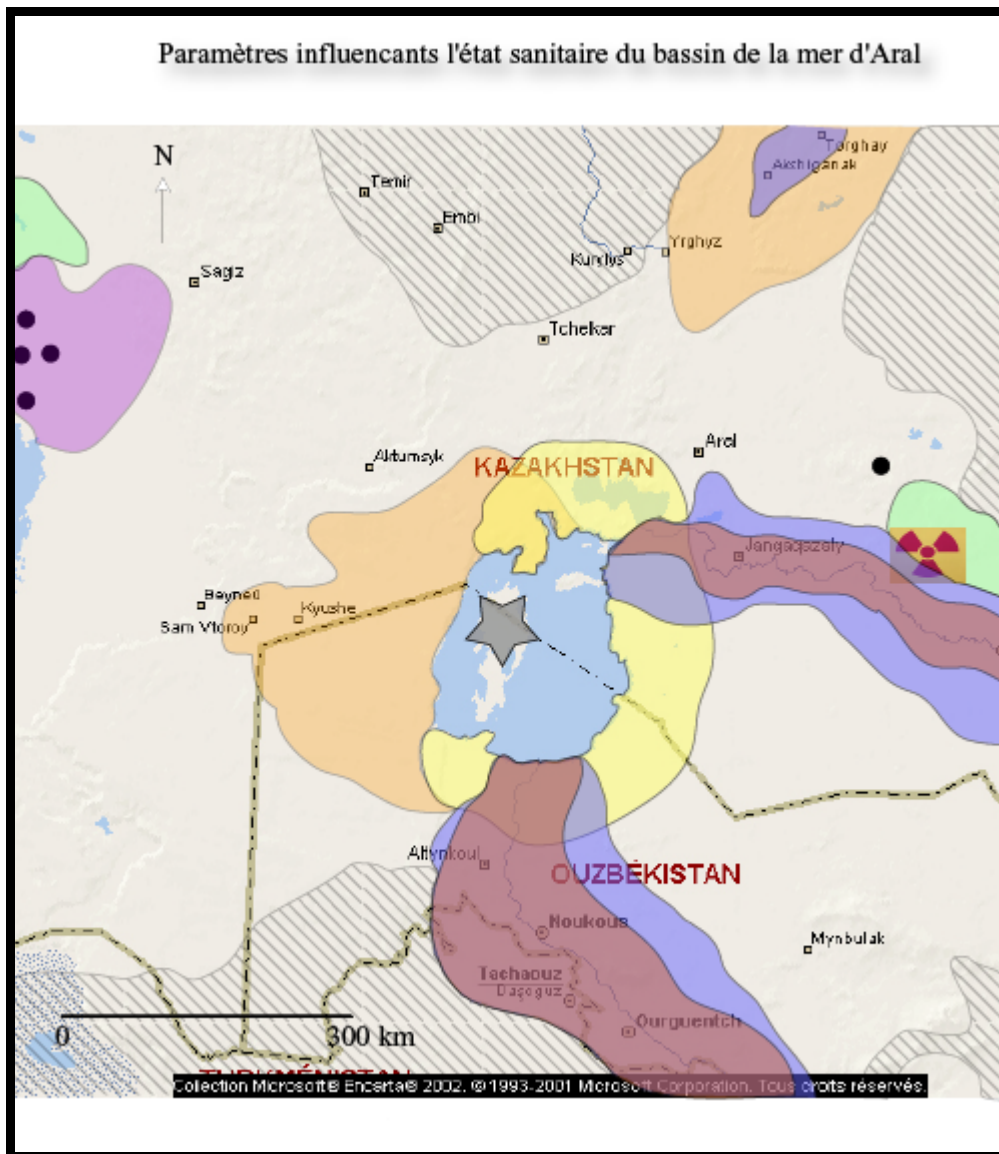
For treatment of wastewater in such a way that it can be used as process water for industrial applications

or even as drinking water, Keppel Seghers has developed a series of advanced membrane technologies.

Combined microfiltration, ultra -filtration and reverse osmosis (RO-membranes) make Keppel Seghers' membranes very efficient for removal of salt, bacteria and viruses.

The installations are custom-built according to the customer's specific needs. Smaller standardised container units are available as well

**Figure 4.29** *Proposition de solution pour les STEPs en fonction de la répartition de la population*



Légende











- |   |  |
|---|--|
|  Surpaturage             |  Pollution atmosphérique        |
|  Désertification         |  Contamination radioactive      |
|  Erosion éolienne        |  Irrigation                     |
|  Zones de montagnes      |  Rivières et nappes contaminées |
|  Exploitation pétrolière |  Industrie militaire            |

Figure 4.30 Paramètres influençant l'état sanitaire de la mer d'Aral

Source : Groupe 3 EPFL

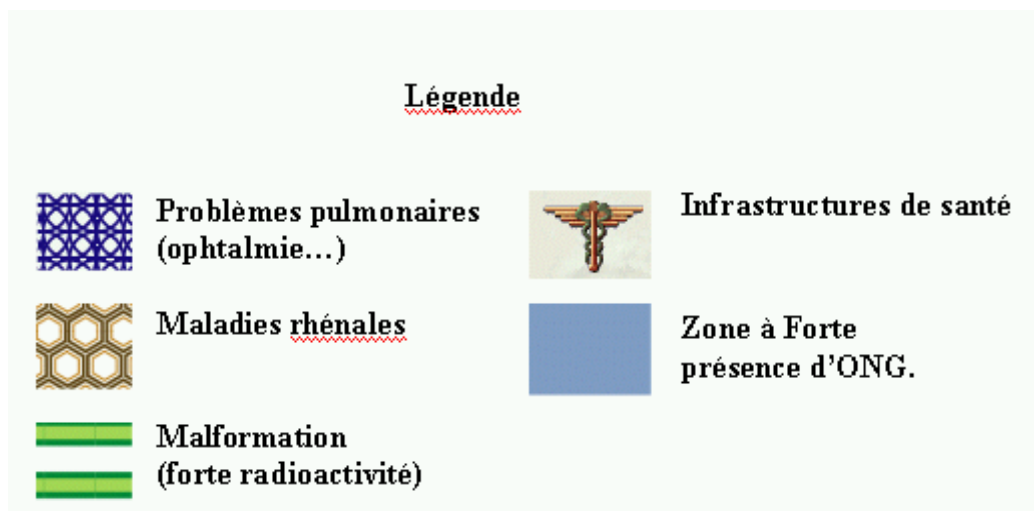
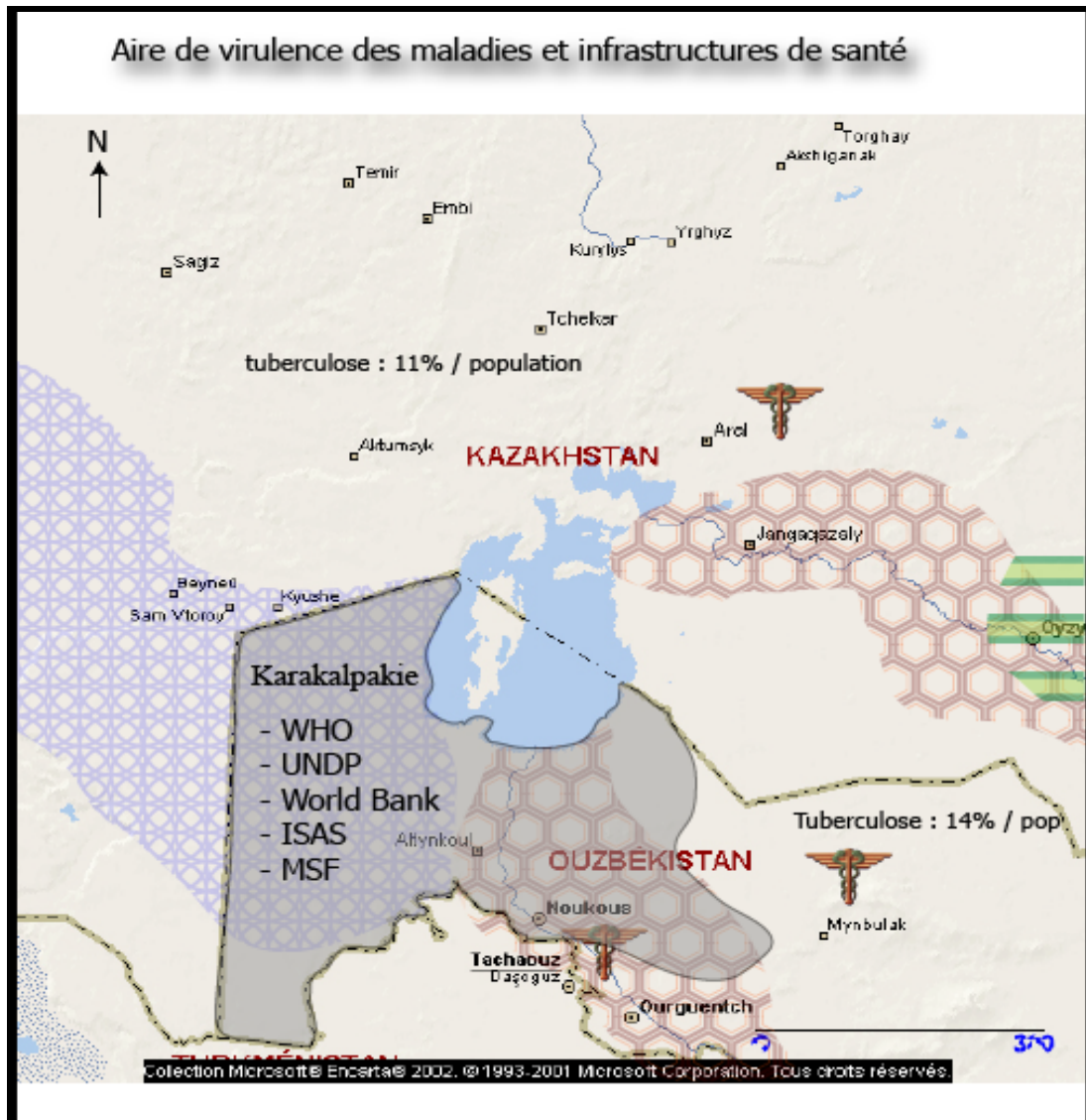


Figure 3.31 Aire de virulence des maladies et infrastructures de santé

### 11.1.5 Agriculture et irrigation

Indicateurs	Unité	Kazakhstan		Ouzbékistan		Kirghizstan		Tadjikistan		Turkménistan	
		2000	2003	2000	2003	2000	2003	2000	2003	2000	2003
<b>Utilisation de la surface</b>	<b>1000ha</b>										
Surface totale		269970	269970	41424	41424	19180	19180	13996	13996	46993	46993
Terres arables		21535	21535	4475	4484	1368	1345	930	930	1850	1850
Terres irriguées		20350	20350	4281	4281	1072	1072	719	719	1800	1800
<b>Produits agricoles (éléments majeurs)</b>	<b>1000Mt</b>										
Coton		-	-	1000	945	-	-	93	170	233	205
Blé		9074	11519	-	-	-	-	406	660	1690	2487
Lait frais		3686	4265	3560	3930	1079	1159	286	425	1100	1529
Viande de bétail		306	320	390	412	101	94	-	-	-	-
Pomme de terre		-	-	-	-	1046	1308	-	-	-	-
<b>Produits d'exportation (Domaine Agricole)</b>	<b>1000Mt</b>										
Coton		-	-	740.3	740	-	-	75	137.2	213.2	87.1
Blé et produits dérivés		5397	5141	7.4	0.1	25.7	5.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Lait et produits		3.8	11.2	0.2	0.4	7.5	15	0.0	0.0	0.0	0.0
Sucre et produits		5.5	13.1	-	-	-	-	0.0	0.0	-	-
Viande et produits		0.5	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	-
Pomme de terre		-	-	-	-	12.4	2.2	-	-	-	-
<b>Produits d'importation (Domaine Agricole)</b>	<b>1000Mt</b>										
Coton		-	-	1.1	0.0	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0
Blé et produits dérivés		51.5	52.3	715.7	49	232.7	250.4	489.5	468.7	21.1	13.5
Lait et produits		145.3	130.2	22.4	77.9	3.5	5.4	1.1	7.9	1.7	2.8
Sucre et produits		341.1	333.4	-	-	-	-	54.9	107.2	-	-
Viande et produits		4.5	4.8	4.5	6	0.6	0.2	-	-	-	-
Pomme de terre		-	-	-	-	0.1	0.1	-	-	-	-

Annexe 5.11: Source: FAOSTAT; World Bank - World Development Indicators, 2005

Indicateurs	Unité	Taux de croissance annuels moyens entre 1992 et 2003				
		Kazakhstan	Ouzbékistan	Kirghizstan	Tadjikistan	Turkménistan
Population rurale	%	-0.5	2.2	1.9	1.9	2
Main d'œuvre agricole		-2.8	0.4	-0.2	0.4	1.8

**Annexe 5.12:** Source: FAOSTAT; World Bank - World Development Indicators, 2005

## 11.1.6 Politique, économie et environnement

### Description des pays principaux de l'Asie centrale

Les deux principaux pays de la région sont aussi les pays limitrophes de la mer d'Aral. C'est pourquoi nous allons détailler leur système politique. Néanmoins il faut garder à l'esprit que les deux fleuves alimentant cette mer prennent leur source dans les montagnes du Tadjikistan et du Kirghizstan qui veulent profiter de cette eau pour produire de l'hydroélectricité. Quant au pays en aval (Turkménistan, Ouzbékistan et Kazakhstan), ils tirent de ces fleuves l'eau nécessaire à l'agriculture intensive du coton. La problématique de l'eau de la mer d'Aral concerne donc ces cinq états.

#### Ouzbékistan

Ce Pays est gouverné depuis la chute de L'URSS par le Président Islam Karimov (élu le 29 décembre 1991), ancien chef du Parti communiste de la république. Il dirige une république présidentielle forte qui ne laisse que peu de place à l'opposition. Les partis dissidents ou d'opposition sont interdits et leurs leaders subissent de fortes pressions (poussant certains à l'exil)<sup>58</sup>. La censure est officiellement illégale mais dans la pratique elle est omniprésente et ne permet quasiment pas de médias libres. Tout comme pour la politique, les médias dissidents sont réprimés et leur personnel est emprisonné.

#### Les populations minoritaires

Les ouzbeks ne représentent que 66% de la population du pays. Les peuples minoritaires de la région sont contrôlés par les autorités et toutes initiatives dissidentes sont sévèrement réprimées. Les minorités se sentent persécutées et on voit apparaître une certaine tension interethnique qui, dans le contexte actuel favorise l'arrivée de l'intégrisme religieux. On voit apparaître des mouvements islamiques extrémistes poussés par les mouvements radicaux de l'Iran ou de l'Afghanistan. L'Etat tente de supprimer ces mouvements dissidents et va même jusqu'à utiliser les armes. Cela provoque le mécontentement de la communauté internationale car les méthodes ouzbeks sont jugées trop violentes.

#### Les relations internationales

Après la chute de l'URSS, le pays s'est d'abord refermé sur lui-même. Il y a plusieurs raisons à cela. Premièrement, le pays a d'abord voulu se démarquer de l'influence russe en développant un nationalisme très fort. Par exemple, on enseigne dans les universités du pays des cours obligatoires décrivant la pensée du président (« Karimologie ») et la « spiritualité nationale » pour renforcer le sentiment patriotique. Deuxièmement, les relations avec les pays voisins sont tendues à cause de rivalités interethniques, et de rivalités politico-économiques dont le principal problème est la maîtrise de l'eau. L'Ouzbékistan tente de s'imposer comme leader régional, ce qui n'est pas du goût de ses voisins. Le problème de la dépendance de

---

<sup>58</sup> Depuis 1991, Karimov a été réélu deux fois par référendum (1995, 2002) et une fois lors d'élection avec environ 91.6% des suffrages face un pseudo-candidat. Ce dernier a déclaré, après les élections, avoir voté pour Karimov et que son rôle était de donner une illusion de démocratie au pays.

l'eau du pays rend les relations difficiles avec le Tadjikistan et le Kirghizstan, où se trouvent les sources.

A plus grande échelle, l'Ouzbékistan qui s'est éloigné de la Russie, s'est tourné vers les Etats-Unis en 2001 (après les attentats du 11 septembre). Il a permis l'implantation de bases militaires sur son sol pour les opérations américaines en Afghanistan. Le pays attendait en échange une coopération économique et militaire.

A la suite d'une révolte populaire réprimée dans le sang (des centaines de morts) par l'armée ouzbek et différents problèmes liés aux bases militaires américaines, les relations entre les deux Etats ont été fragilisées, jusqu'à décision d'expulser les Américains du pays en 2005.

Ensuite, le pays va se rapprocher de la Russie par nécessité de relations internationales contre le terrorisme. Le président va finir par signer, en octobre 2005, une alliance avec la Russie. Puis une série d'accords militaires, économiques et de lutte contre le terrorisme seront signés. Ces accords vont aussi rapprocher le pays de la Chine qui fait aussi partie, avec la Russie d'une organisation de lutte contre le terrorisme.

## **Kazakhstan**

### **Système politique**

Régime présidentiel fort. La constitution actuelle a été adoptée le 30 août 1995 par référendum national. Le parlement du Kazakhstan est composé d'une chambre haute, le Majilis, et d'une chambre basse, le Sénat.

Le président actuel Nursultan Nazarbaïev (né le 6 juillet 1940) est au pouvoir depuis le 24 avril 1990. Elu à l'origine pour un mandat de 4 ans, il promulgue en 1998 un décret qui lui permet de rester au pouvoir jusqu'en 2005 où il est réélu pour une durée de 7 ans avec 91 % des voix au premier tour. Cette dernière élection a été critiquée par l'OSCE<sup>59</sup> comme ne respectant pas les standards internationaux démocratiques. Le chef du gouvernement est le premier ministre Daniyal Akhmetov.

### **Relations internationales**

L'Asie centrale est au centre d'un grand jeu d'influences entre les grandes puissances. Toutes souhaitent avoir une main sur le pétrole offshore en mer caspienne, les gisements de gaz en Ouzbékistan et Turkménistan. Cependant aucun de ces états ne possède de liaison avec une mer libre, l'environnement proche et lointain joue donc un rôle important.

Russie : possède plus de 6.000 km de frontières communes. 5,25 M de Russes vivent dans le nord du pays où ils se sont concentrés après l'indépendance, ce qui explique qu'après l'indépendance, les relations soient restées très étroites sur le plan politique (place dans la CEI, concession de la base de Baïkonour). La Russie a souvent fait pression pour entrer dans le capital des entreprises kazakh, et avoir une main mise sur les oléoducs de la mer Caspienne. En effet, l'ancienne puissance coloniale, reste très influente en Asie centrale ; c'est d'ailleurs par elle que transite le pétrole Kazakh. La Russie et le Kazakhstan sont donc conscients de

---

<sup>59</sup> L'OSCE : The Organization for Security and Co-operation in Europe, organisation européenne à vocation généraliste accueillant la totalité des Etats du continent européen et ceux nés de la dissolution de l'Union Soviétique, compte 55 pays participants.



l'intérêt qu'ils ont à coopérer, y compris dans le domaine énergétique, un secteur complexe, où les pays opèrent en tant que partenaires mais aussi concurrents sur les marchés mondiaux.

USA : les compagnies pétrolières américaines s'intéressent elles aussi aux hydrocarbures de la mer caspienne et aux moyens de les évacuer tout en contournant l'Iran. Elles participent à la construction d'un oléoduc depuis la caspienne pour exporter le pétrole via la Turquie. Il y a également une volonté stratégique américaine : réduire l'influence de Moscou dans la région, les attentats du 11 septembre ont fourni une bonne opportunité pour négocier un déploiement militaire dans la région.

Chine : partage une frontière longue de 1700 km avec le Kazakhstan, la 2ème plus longue derrière celle entre la Chine et la Russie.

Pékin a deux préoccupations dans la région : au Xinjiang vivent des populations turcophones, musulmanes : les « Ouïgours » et les « Kazakhs » qui voudraient obtenir plus d'autonomie au sein de l'état Chinois. Le pétrole Kazakhs intéresse également Pékin pour répondre à sa demande croissante en énergie. La coopération entre ces deux pays tend à se renforcer puisque le 5 juillet 2005 a eu lieu une rencontre entre le président chinois Hu Jin Tao et Nazarbaev au cours de laquelle les deux présidents ont réaffirmé l'importance de l'établissement d'un partenariat stratégique pour le développement à long terme des relations bilatérales pour la paix et la stabilité de la région. Le 26 août 2006 a eu lieu un grand exercice de coopération militaire (lutte anti-terroriste) entre les deux pays. Il s'agit des premières manœuvres anti-terroristes conjointes organisées par la Chine et le Kazakhstan dans le cadre de l'OCS. Le président chinois a également exprimé son soutien à la candidature du Kazakhstan à l'Organisation mondiale du commerce (OMC).

UE : L'UE est désormais le premier partenaire commercial du pays (position occupée jusqu'alors par la Russie) et entend continuer à soutenir la diversification de l'économie, le développement des petites et moyennes entreprises ainsi que le processus d'adhésion du Kazakhstan à l'OMC. La dépendance accrue de l'UE à l'égard des importations énergétiques et la nécessité de diversifier les sources d'approvisionnement et les voies de transit feront du Kazakhstan, compte tenu de son potentiel croissant d'exportation d'hydrocarbures, un partenaire essentiel sur le marché européen de l'énergie.

Ces liens ont été établis sur la base de l'accord de partenariat et de coopération en vigueur entre l'UE et le Kazakhstan depuis 1999. En 2002, les deux parties ont élargi ce dialogue en y incluant les questions relatives à l'énergie et aux transports et en établissant un sous-comité chargé de la justice et des affaires intérieures. L'UE a également conclu des accords avec le Kazakhstan dans le domaine de la sidérurgie, de la sécurité nucléaire et de la fusion nucléaire.

### « Alliances »

Les efforts en vue de l'intégration régionale des anciens pays de l'Union soviétique ont commencé dès la désintégration de l'Union. Depuis lors, les pays formant la Communauté d'États indépendants (CEI) ont conclu plusieurs accords, essentiellement des accords de libre-échange et d'union douanière aux niveaux bilatéral et multilatéral. Toutefois, les accords de libre-échange (ALE) ont rarement atteint leur but. Il subsiste en effet un certain nombre de tensions entre ces états.

	Kazakhstan	Kyrgyzstan	Tajikistan	Turkmenistan	Uzbekistan
Strategy of the stable development					
1992	-		-	-	-
1993	-		-	-	-
1994	-		-	-	-
1995	-	NEAP	-		
1996	-	-	Government program of the ecological education and training of the population;	National Action Plan for the Desertification Control	-
1997	National Action Plan for the Desertification Control	National Strategy of the stable human development; Conception of the environmental safety of the KR	Government Ecological program for 1998-2008		National report Rio+5
1998	NEAP/SD	Strategy and Action Plan of the Biodiversity Preservation	-		National Conception of SD; National Report on the CSD UN - 7; National Action Plan of the Biodiversity Preservation; National Action Plan for the Environment Hygiene; National Action Plan For The Termination Of The Use Of The Ozone Destructive Substances
1999	The National Strategy and Action Plan for the Preservation and Balance Use of the Biological Diversity	+	National Action Plan for the Environment Hygiene	Government Commission for the fulfillment of the obligations of Turkmenistan in respect of the Conventions and programs of the UN in the environment sphere;  "Potential 21" Project	National Strategy of the SD; Project of the National Agenda - 21; National Report on the CSD - 8; National Action Plan for the Desertification Control; National report of the RU on RCIC; National strategy on the decrease of the greenhouse gas emissions
2000	National Program For The Seizure Of The Ozone Destructive Substances	-	National Plan-Program For The Termination Of The Use Of The Ozone Destructive Substances; National Action Plan for the Desertification Control;	Preparation of the NEAP;  Preparation of the National Review of the SD for RIO+10;	National Report on the CSD - 9; National Report "Millenium - 2000"  Measures program and National Statement for Rio+10

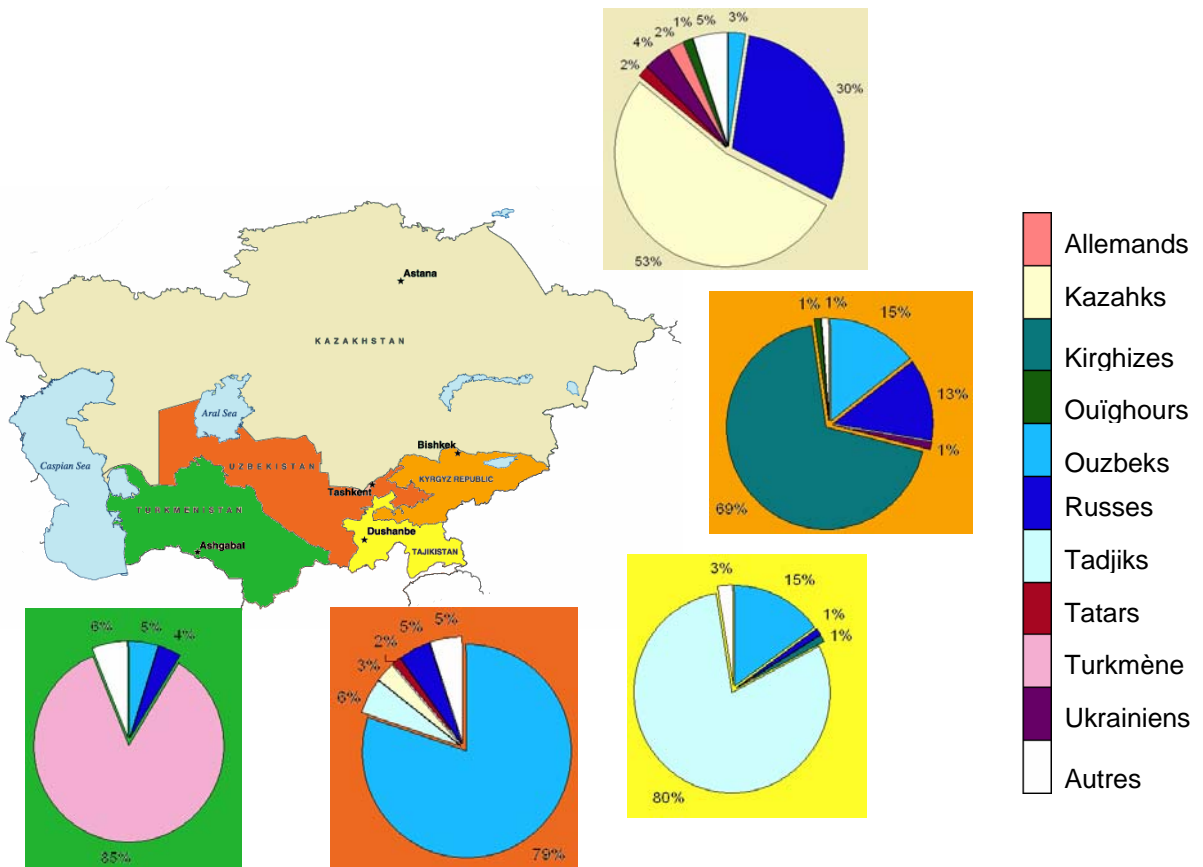
Figure 6.1 : Tableau récapitulatif des différentes réunions entre 1992 et 2001 <sup>60</sup>

<sup>60</sup> Tire de : Regional Environmental Centre for Central Asia : *Central Asia Progress review in realization of the agenda 21*, Almaty Kazakhstan, 2001 (www.un.org)

**Cartes**



**Figure 6.2 : population, surface (2006)**



**Figure 6.3 : Ethnies**

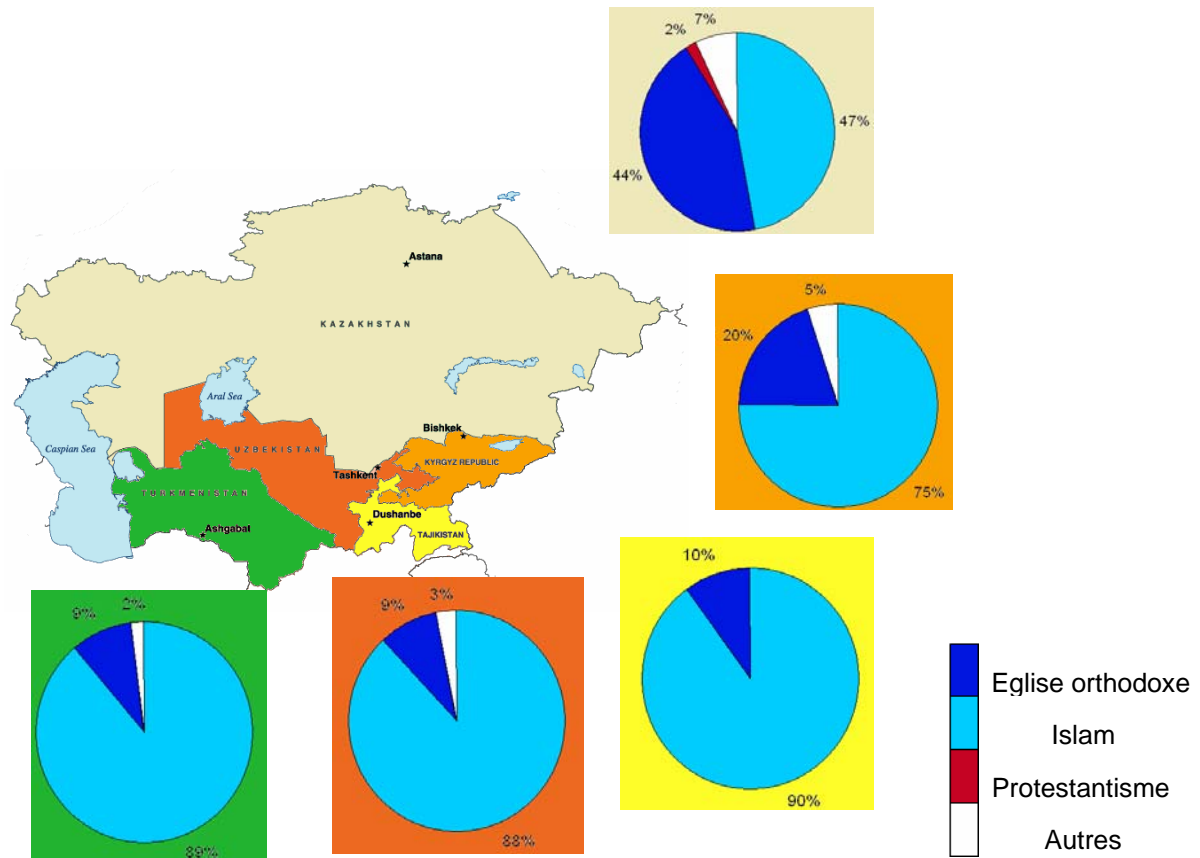


Figure 6.4 : Religions



Figure 6.5 : Répartition spatiale des ethnies

## **Agenda 21 - Articles importants dans le contexte de la mer d'Aral**

### **1.1 Section 1: SOCIAL ET ECONOMIQUE**

#### **1.1.1. Chapitre 2 : Coopération internationale visant à accélérer un développement durable dans les pays en développement et politiques nationales connexes**

La coopération internationale est la base de toute prise de décision concernant un projet commun. La mer d'Aral de par son interdépendance avec plusieurs pays est un bon exemple d'une coopération nécessaire. Un dialogue constructif doit être engagé entre les différents acteurs (pays d'Asie mineure, décideurs financiers, ONG) pour aboutir à des politiques coordonnées et complémentaires. Depuis 15 ans, différentes conférences ont été organisées dans cette optique comme Kzyl-Daria, Nukus, des conférences ministérielles... Toutes les actions futures visées par ces accords ne peuvent aboutir sans l'obtention de fonds. La Banque mondiale s'est, dans le cas de la mer d'Aral portée garante d'une aide financière suffisante à la réalisation des projets.

##### Recommandations

- Mise en place d'une institution assurant des contacts avec les pays voisins
- Libre circulation des informations sur les décisions inter-états

#### **1.1.2. Chapitre 3 : Lutte contre la pauvreté**

La lutte contre la pauvreté devrait faire partie des priorités de chaque pays en élaborant une stratégie à long terme axée sur des questions telles que l'amélioration des soins de santé et de l'éducation, les droits de la femme, le rôle des jeunes, des populations autochtones et des collectivités locales, ainsi qu'un processus de participation démocratique s'alliant à une meilleure administration. Les objectifs principaux recherchés sont d'une part de fournir à tous la possibilité d'avoir des moyens d'existence durables et d'autre part d'élaborer, pour toutes les régions déshéritées, des stratégies et des programmes intégrés concernant la gestion rationnelle et durable de l'environnement, la mobilisation des ressources, la réduction et l'élimination de la pauvreté et la création d'emplois et de revenus.

##### Recommandations

- Création d'emplois rémunérateurs
- Microcrédits
- Système efficace de soins primaires
- Exploitation optimale des ressources du pays
- Créations de liens solides avec la communauté internationale

#### **1.1.3. Chapitre 5 : Dynamique démographique et durabilité**

La démographie joue un rôle prépondérant dans les politiques de développement durable. Il est ainsi nécessaire d'élaborer des stratégies pour atténuer tant l'effet nocif des activités humaines sur l'environnement que celui du changement écologique sur les populations humaines. L'enjeu devient alors la recherche sur les interactions entre tendances et facteurs

démographiques et développement durable. Les objectifs seront l'intégration des tendances démographiques dans l'analyse globale des questions d'environnement et de développement ou encore une meilleure compréhension des liens entre dynamique démographique, technologie, comportement culturel, ressources naturelles et systèmes d'entretien de la vie

#### Recommandations

- Financement pour mettre en œuvre des recherches
- Amélioration de la pluridisciplinarité (expérience de chacun)
- Sensibilisation de la population à une meilleure gestion des ressources naturelles
- Amélioration de l'échange d'informations entre les différentes institutions

### **1.1.4. Chapitre 6 : Protection et promotion de la sante**

La santé est une préoccupation majeure dans les régions du monde soumises à des catastrophes écologiques. En ce qui concerne la mer d'Aral, les problèmes sanitaires sont de plusieurs sortes. Il en va de préoccupations au niveau de la santé primaire dans les régions rurales, de la lutte contre les maladies transmissibles mais aussi des actions préventives comme la réduction des risques pour la santé dus aux menaces écologiques (vaccins, médicaments...). Chaque gouvernement devrait, compte tenu de ses plans en matière de santé publique, de ses priorités et de ses objectifs, envisager d'élaborer, avec l'aide et le soutien nécessaires de la communauté internationale, un plan d'action national pour la santé.

#### Recommandations

- Voir Groupe santé

### **1.1.5. Chapitre 7 : Promotion d'un modèle viable d'établissements humains**

Un des objectifs primordiaux pour la reprise de la vie économique et sociale de pays frappés par des catastrophes écologiques est la remise à niveau des établissements humains et une amélioration des conditions de travail surtout dans les zones rurales. Pour parvenir à ces objectifs, on devrait se reposer sur une coopération technique, sur l'instauration de liens d'association entre les secteurs public, privé et communautaire et sur la participation aux décisions des groupes communautaires et des groupes spéciaux tels que les femmes, les peuples indigènes, les personnes âgées et les handicapés. Les principaux secteurs d'action sont l'amélioration du logement pour tous, une meilleure gestion des établissements humains et des ressources foncières, une infrastructure environnementale intégrée ou encore une politique viable de l'énergie et des transports.

#### Recommandations

- Création de logements bas coûts
- Renouvellement et création d'un réseau de transports adéquat pour un transport optimal des personnes et des biens
- Création de centrales énergétiques pour satisfaire aux besoins nationaux

### **1.1.6. Chapitre 8 : Intégration du processus de prise de décisions sur l'environnement et le développement**

Le processus décisionnel est bien évidemment un paramètre prépondérant dans les prises de décisions. Une restructuration de celui-ci est ainsi nécessaire pour intégrer autant les considérations socio-économiques qu'environnementales, domaine important en ce qui concerne la mer d'Aral. L'année internationale de l'eau douce organisée par le Tadjikistan est un exemple de la tendance actuelle qui consiste à s'intéresser de plus en plus aux questions environnementales.

#### Recommandations

- Hiérarchisation et structuration du système institutionnel et décisionnel

## **1.2. Section 2: RESSOURCES**

### **1.2.1. Chapitre 10: Conception intégrée de la planification et de la gestion des terres**

Les terres sont des ressources naturelles et comprennent les sols, les minéraux, les eaux et les biotopes. On parle d'une ressource non renouvelable et surtout pas extensible. La croissance de la population sur notre planète et de l'économie envisagée, conduit à des concurrences concernant les terres. La politique nationale et régionale doit intégrer la planification et l'aménagement de l'utilisation des terres dans leurs plans de développement économique et social. L'idée est d'optimiser l'utilisation des sols et terres. Une importance particulière est accordée à la diversification de l'affectation des terres. Les objectifs concrets sont d'une part d'assurer la meilleure utilisation possible des sols et la gestion durable des terres, d'améliorer les systèmes d'évaluation et de planification des terres et de faciliter la participation active des populations locales à la prise de décision

#### Recommandations

- Les responsabilités principales sont à donner aux autorités locales ou même au niveau des communes. Au lieu de baser l'économie uniquement sur un seul secteur, une diversification entre agriculture et industrie est à prévoir en analysant les options offertes par la situation de chaque commune. Ceci est un but très difficile à atteindre, vu que les moyens à disposition et les ressources sont énormément limités.
- Un autre aspect est l'élaboration de plans d'affectations pour concentrer les zones d'habitat et d'industrie par exemple pour favoriser l'amélioration des infrastructures nécessaires, pour la protection des eaux potables et l'installation de stations de traitement des eaux usées.

### **1.2.2. Chapitre 12: Gestion des écosystèmes fragiles : lutte contre la désertification et la sécheresse**

L'extension des déserts est un processus très complexe. La première étape d'une lutte contre la désertification doit donc être l'installation de systèmes de surveillance et d'information. Les zones touchées ne se limitent pas aux frontières nationales, une collaboration internationale est alors indispensable pour que des tels systèmes montrent une certaine efficacité dans la compréhension de la dynamique de la sécheresse. Dans la région autour de la mer d'Aral



comme partout dans le monde, il est quasiment impossible de regagner du terrain désertifié. Cette impuissance s'exprime par la phrase suivante, tirée de l'Agenda 21 : « La priorité devrait être accordée à la mise en œuvre de mesures préventives en faveur des terres non encore dégradées, ou qui ne le sont que légèrement. » il faut tout de même noter que les zones déjà dégradées ne devraient pas être négligées.

Les actions proposées sont un accroissement de la couverture végétale pour stabiliser l'équilibre hydrologique et pour protéger des terres non dégradées.

#### Recommandations

- Autour de la mer d'Aral, un autre aspect majeur est à considérer : non seulement de grandes surfaces comme les fonds de mer sont en train de s'assécher, causant des transports importants de sel.
- La dégradation et les dégâts causés par le vent sont des problèmes qui sont pénibles à restreindre et peu d'actions efficaces existent. Même si la désertification concerne des grandes régions topographiques, la situation est à traiter au niveau local. Une fois que les terrains agricoles ne sont plus exploités, une couverture du sol doit quand même être garantie. Des espèces de buissons qui forment des haies qui présentent une résistance suffisante contre le vent sont à planter.

### **1.2.3. Chapitre 14: Promotion d'un développement agricole et rural durable**

L'objectif de l'agriculture est la production alimentaire. La population mondiale augmente, surtout dans les pays en développement, dont les cinq pays de l'Asie Centrale font partie. Pour satisfaire les besoins de cette population croissante, une agriculture plus efficace est nécessaire. Du point de vue durable, il est important d'améliorer la capacité des terres déjà en exploitation, plutôt que d'élargir la surface adaptée à la culture. Ceci demande un investissement dans la sensibilisation et l'éducation de la population locale, mais aussi des aides nationales et internationales.

Un autre aspect est de nouveau la diversification de l'agriculture et des revenus de la population rurale pour diminuer leur dépendance à un seul produit.

#### Recommandations

- Des grandes régions dépendent uniquement de l'exploitation du coton et ça depuis le début de l'ère soviétique. Cette monoculture depuis longtemps use les terres agricoles et les rend finalement improductives. Une diversification de l'agronomie est importante pour garantir l'utilisation féconde à long terme, mais aussi le retour vers une agronomie traditionnelle pourrait jouer un rôle primaire pour conserver les terres.
- Pour réaliser un tel objectif, la formation des agriculteurs sur place est indispensable. Un programme national et la mise en place d'un réseau d'éducation pourrait être élaboré par le ministère de l'agriculture.

### **1.2.4. Chapitre 17 : Protection des océans et de toutes les mers-Y compris les mers fermées et semi fermées**

Dans ce chapitre sont abordées toutes les questions relatives à la gestion et à la protection des mers. En effet, le milieu marin, y compris les océans et toutes les mers, et les zones côtières adjacentes, forme un tout et constitue un élément essentiel du système permettant la vie sur Terre. C'est un capital qui offre des possibilités de développement durable. Le droit international, énonce les droits et obligations des Etats et constitue l'assise sur laquelle doivent s'appuyer les efforts visant à protéger et à mettre en valeur de façon durable le milieu marin, les zones côtières et leurs ressources. Cela suppose l'adoption de nouvelles stratégies de gestion et de mise en valeur des mers et océans et des zones côtières aux niveaux national, sous-régional, régional et mondial, stratégies qui doivent être intégrées et axées à la fois sur la précaution et la prévision. Dans ce chapitre sont donc abordées l'ensemble des recommandations concernant la gestion, la protection, l'exploitation durable, les incertitudes du milieu et les aspects touchant au développement durable.

#### Recommandations

- Créer et maintenir des bases de données pour l'évaluation et la gestion des zones côtières.
- Recenser les utilisations actuelles et prévues des zones côtières et leurs interactions.
- Mettre en œuvre les plans et programmes commun entre états de gestion intégrée et de développement durable des zones côtières.
- Permettre, dans toute la mesure du possible, aux particuliers, aux groupes et aux organismes intéressés d'accéder à l'information pertinente et offrir des possibilités de consultation et de participation à la planification et à la prise de décisions aux niveaux appropriés.
- Evaluer périodiquement l'impact humain et des phénomènes externes.

### **1.2.5. Chapitre 18 : Protection des ressources en eau douce et de leur qualité**

Dans ce chapitre sont abordées les questions de gestion des ressources en eau douce. L'eau est nécessaire à tous les aspects de la vie. La rareté généralisée des ressources en eau douce, leur destruction progressive et leur pollution croissante, ainsi que l'intrusion graduelle d'activités incompatibles, exigent une intégration de la planification et de la gestion des ressources en eau. Cette opération doit couvrir toutes les étendues d'eau douce interdépendantes, notamment les eaux de surface et les eaux souterraines, et tenir dûment compte des aspects quantitatifs et qualitatifs. Il est nécessaire de reconnaître la dimension multisectorielle de la mise en valeur des ressources en eau dans le contexte du développement socio-économique ainsi que les utilisations multiples de l'eau. Les eaux transfrontières et leur exploitation revêtent une grande importance pour les Etats riverains. Dans ce contexte, il serait peut-être souhaitable qu'une coopération s'instaure entre ces Etats, conformément aux accords en vigueur et/ou à d'autres arrangements applicables, compte tenu des intérêts de tous les Etats riverains concernés.

#### Recommandations

- Mettre en œuvre des politiques de gestion de l'eau fondées sur une évaluation réaliste de la situation et des tendances des ressources hydriques.

- Renforcer la capacité de gestion des groupements d'usagers, notamment des femmes, des jeunes, des populations autochtones et des collectivités locales, afin d'améliorer l'efficacité de l'utilisation de l'eau au niveau local.
- Etablir des cadres politiques appropriés et fixer les priorités qui conviennent au niveau national.
- Formulation de plans d'action et de programmes d'investissement nationaux chiffrés et ciblés.
- Prévision des mesures à prendre en cas d'inondation et de sécheresse.

### **1.2.6. Chapitre 21 : Gestion écologiquement rationnelle des déchets solides et questions relatives aux eaux usées**

Aux fins d'inverser et d'arrêter la dégradation environnementale, des stratégies et des mesures adaptées devraient être développées aux niveaux nationaux et internationaux. La gestion des déchets représente l'un des problèmes primordiaux dans ce contexte. Les déchets solides, qui font partie du présent chapitre, concernent tous les déchets non dangereux commerciaux et collectifs et toutes les ordures ménagères. Pour obtenir des programmes de gestion écologique des déchets, une intervention à plusieurs niveaux est nécessaire. En particulier il s'agit : premièrement de réduire le plus possible le volume des déchets. Pour ce faire il faudrait mettre en place une réglementation stricte et précise et encourager la séparation des déchets. Deuxièmement il s'agit de maximiser les processus de réutilisation et de recyclage. Ensuite il devient important de promouvoir une élimination rentable et sans danger des déchets inutilisables. Les services en matière de déchets, en particulier la collecte et l'élimination, devraient enfin être améliorées pour éviter tous problèmes de type sanitaire et de pollution.

#### Recommandations

- Programmes d'information pour minimiser et séparer les déchets
- Amélioration du transport et du stockage des déchets
- Encourager les recherches sur le traitement des eaux usées

## **1.3. Section 3: GRANDS GROUPE**

### **1.3.1. Chapitre 24 : Action mondiale en faveur de la participation des femmes a un développement durable et équitable**

La communauté internationale a approuvé plusieurs plans d'action et conventions en faveur de l'intégration complète et effective des femmes, sur un pied d'égalité, à toutes les activités de développement. L'objectif est de mettre un terme à la discrimination fondée sur le sexe et permettre aux femmes d'avoir accès à la terre et aux autres ressources ainsi qu'à l'éducation et à un emploi sûr et dans des conditions d'égalité. La mise en œuvre effective de ces programmes dépendra de la participation active des femmes aux décisions économiques et politiques et sera essentielle à l'exécution du programme Action 21. Elles doivent ainsi pouvoir participer à toutes mesures visant à réévaluer les politiques en vigueur et à établir des plans destinés à accroître la proportion des femmes occupant des postes de décision, de planification en faveur d'un développement durable. Les mesures visant à renforcer les organismes, les organisations non gouvernementales et les groupes de femmes et à les doter de moyens leur permettant de mieux contribuer à un développement durable sont tout aussi importantes. Il est également nécessaire de permettre la création de centres dans lesquels les femmes puissent bénéficier de soins génésiques axés sur la femme, gérés par les femmes et

offrant toutes les garanties de sécurité et d'efficacité et avoir accès, à des conditions abordables à une planification responsable de la taille de la famille.

#### Recommandations

- Appliquer les Stratégies prospectives d'action de Nairobi pour la promotion de la femme.
- Accroître le nombre de femmes occupant des postes de décision.
- Adopter une stratégie relative aux changements nécessaires pour éliminer les obstacles d'ordre constitutionnel, juridique, administratif, culturel, social et économique, s'opposant à la participation complète des femmes au développement durable et à la vie publique.
- faire appliquer une législation qui proscrirait la violence contre la femme, et de mettre en œuvre toutes les mesures administratives, sociales et pédagogiques pour éliminer la violence contre la femme sous toutes ses formes.

### **1.3.2. Chapitre 25 : Rôle des enfants et des jeunes dans la promotion d'un développement durable**

Les jeunes représentent près de 30 % de la population mondiale. Il est indispensable d'associer la jeunesse d'aujourd'hui aux décisions en matière d'environnement et de développement. Cette association doit également impliquer une participation dans l'application des programmes, pour assurer la réussite à long terme d'Action 21. Le renforcement du rôle de la jeunesse et participation active des jeunes à la protection de l'environnement et à la promotion du développement économique et social est une des clefs de la réussite des plans d'actions de l'agenda 21. Il faut que les jeunes puissent prendre une part active à toutes les décisions qui touchent à leur vie actuelle et à leur avenir. Outre sa contribution intellectuelle et sa capacité de mobilisation, la jeunesse apporte sur la question un point de vue original dont il faut tenir compte.

#### Recommandations

- Promouvoir le dialogue avec les associations de jeunes dans le cadre de l'élaboration et de l'évaluation de plans et programmes sur l'environnement ou de l'examen de questions liées au développement.
- Accroître les possibilités d'enseignement offertes aux enfants et aux jeunes, en les sensibilisant aux questions liées à l'environnement et au développement, et en attachant une attention prioritaire à l'éducation des filles.
- Mobiliser les collectivités par le biais des écoles et des dispensaires locaux en faisant des enfants et de leurs parents des agents de sensibilisation des communautés locales aux questions d'environnement.

### **1.3.3. Chapitre 26: Populations autochtones**

Le développement de la région dans le sens du développement durable se doit de prendre en compte les populations autochtones. Elles doivent jouir pleinement de leur liberté sans entraves ni discrimination. Elles ont une connaissance unique de leur pays et ont un savoir faire en matière de gestion des terres qui doit être reconnu et intégré dans la gestion globale de la région, en vue du développement durable. Pour se faire, il est important de leur permettre

une participation à la décision politique et économique ainsi qu'un accès aux ressources financières. Ceci doit se faire au niveau local ou national.

#### Recommandations

- Pour chaque pays de l'Asie centrale, il faudra créer avec l'aide du Centre des Nations Unies pour les établissements humains et d'ONG des cellules de gestion locales permettant aux populations autochtones de pouvoir s'intégrer au processus de décision.
- Les collectivités locales devront être formées par des gens issus des populations autochtones et devront avoir une marge de décision raisonnable ainsi que des fonds à disposition (voir aussi chapitre 28 initiatives des collectivités locales à l'appui d'action 21)

### 1.3.4. Chapitre 27: Organisations non gouvernementales (ONG)

Les ONG doivent participer activement à la réalisation et à la mise en place de l'Agenda 21. Par leur expérience mondiale dans les domaines du social et de l'environnement, elles sont à même d'avoir une approche éclairée et efficace des problèmes que veut résoudre un tel programme. Leur connaissance et leur connexion à un réseau mondial sont un atout essentiel à la démarche. Pour leur permettre d'agir dans de bonnes conditions, les Etats devront leur fournir toutes les informations nécessaires (politique, économique). De plus, des fonds seront mis à leur disposition par les organisations internationales et intergouvernementales.

#### Recommandations

- On fera appel à plusieurs types d'ONG afin qu'elles mettent en place différents programmes tels que l'aide au développement de l'agriculture, la sensibilisation des populations au développement durable, l'éducation, le soutien aux populations discriminées, des apports scientifiques et commerciaux, etc.
- Un cadre légal devra être adopté par les Etat de l'Asie Centrale afin de garantir de bonnes conditions de travail au ONG. Cela risque de poser quelques problèmes au vue des types de pouvoirs en place. Pour faciliter les négociations, nous proposons que les organisations des Nation Unies organisent les rencontres entre les Etats et les ONG.
- Le financement des actions des ONG sera fait par les organisations internationales telles que celle de l'ONU ou la banque mondiale afin de limiter les pressions sur les Etats d' Asie centrale

### 1.3.5. Chapitre 28 : Les collectivités locales et l'agenda 21

Les collectivités locales sont le plus bas niveau administratif du système politique. De part, leur proximité à la population, ce sont elles qui sont les plus à même d'avoir un dialogue avec les habitants. Elles gèrent les affaires économiques, sociales et environnementales. Elles peuvent aussi jouer un rôle de surveillance quant à l'application des programmes de développement durable. Elles amènent donc l'agenda 21 à l'échelle de la population. Elles sont ainsi un facteur car elles permettent la transmission de la sensibilité du développement durable à la population. Cela va ainsi renforcer l'effort qui est fait à grande échelle.

#### Recommandations

- Donner aux pouvoirs locaux la possibilité de gérer leurs affaires de manière autonome et leur donner accès à des ressources financières de l'Etat. Cela implique que le système politique actuel des pays d'Asie centrale soit un peu modifié. Il est évident que cela ne sera pas facile et nous proposons donc de créer une négociation lors des conférences des Nation Unis.
- Créer des documents à distribuer aux collectivités locales (chartes, recommandation) énonçant les principes du développement durable à transmettre aux habitants

### **1.3.6. Chapitre 30: Renforcement du rôle du commerce et de l'industrie**

Le commerce et l'industrie sont les principaux secteurs permettant d'accroître développement d'une région en dynamisant les échanges, en créant des emplois et donc améliorer le niveau de vie de la population. Pour coller aux objectifs du développement durable, la croissance de ces domaines doit se faire en reconnaissant la gestion de l'environnement comme une priorité. Il y a donc deux efforts à fournir. L'un pour promouvoir une production moins polluante et l'autre pour encourager l'initiative des entrepreneurs. Pour ce faire, les gouvernements et les entreprises doivent renforcer leur collaboration en vue réaliser un cadre normatif de production, écologiquement supportable. Une collaboration avec les milieux de la recherche est aussi souhaitable.

Les petites et moyennes entreprises ont une forte influence en ce qui concerne le développement économique et social. Elles permettent le développement des campagnes en créant des emplois pour les populations indigènes. Il est souhaitable que les entrepreneurs de PME soient favorisés par des décisions politiques :

#### Recommandations

- Le gouvernement et les associations d'entreprises collaboreront pour la création de normes ou de codes de conduite, préconisant une production écologique. Par exemple, les entreprises seront tenues de réaliser des rapports sur leur utilisation des ressources et leur rejet de matière polluante. En fonction de leur emprise sur l'environnement, elles seront soit favorisées ou soit pénalisées financièrement par des taxes.
- Les ONG et les organisations internationales, scientifiques et commerciales ont un rôle à jouer. Ils diffuseront, en Asie central, des documents (chartes, rapport scientifiques, base de données) décrivant les procédés de production efficace et faiblement polluante. Il existe déjà des organisations qui œuvrent dans ce but : Centre international d'échange d'information sur une production moins polluante du PNUE<sup>61</sup>, la Banque d'information industrielle et technologique de ONUDI<sup>62</sup>.
- Les gouvernements devront favoriser la création l'entreprises par des avantages fiscaux, des incitations économiques, des crédits facilités, et des procédures administratives simplifiées.

---

<sup>61</sup> PNUE : Programme des Nation Unis pour l'Environnement

<sup>62</sup> OUDI : Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel

### 1.3.7. Chapitre 32: Agriculteurs

Les agriculteurs locaux ont un savoir-faire propre à leur région qui est très souvent bonne du point de vue du développement durable. Il faudra donc promouvoir les techniques écologiquement viables qui demandent peu d'énergie avec des incitations économiques et des avantages. Pour gérer cela, un moyen efficace est de permettre aux populations locales de participer à la conception et à l'application des politiques agricoles. On intégrera aussi les ONG qui permettront d'apporter de nouvelles techniques et faciliteront le dialogue avec les décideurs politiques.

#### Recommandations

- On fera appel à des ONG pour de monter des programmes de développement d'une agriculture durable et productive dans les régions sèches afin d'enrayer l'exode rural
- On regroupera les agriculteurs en collectivité pour leur permettre un dialogue avec les autorités et pour avoir une influence politique
- Les gouvernements favoriseront la création de projet en offrant des avantages économiques et des microcrédits.

## 1.4. Section 4: MOYENS

### 1.4.1. Chapitre 33 : Ressources et mécanismes financiers

Les grands avantages qui résulteront de l'application de l'Agenda21 à l'échelle mondiale permettent d'activer un intérêt commun entre pays développés et pays en développement. La croissance économique, le développement social et l'élimination de la pauvreté sont les grandes priorités des pays en développement et sont indispensables pour permettre de réaliser les objectifs fixés dans l'Agenda21. Les pays développés ont donc tout intérêt à fournir des moyens efficaces (coopération, aides, dons ou conditions de faveur) aux pays en développement. Les moyens, financiers et techniques, nécessaires à chaque pays, dans l'optique d'un développement durable, doivent donc être identifiés. En outre, des moyens efficaces de surveillance de l'utilisation de ces ressources doivent être mises en place. L'objectif de l'Agenda21 est d'améliorer constamment les mécanismes de financement à toutes les échelles (définitions des moyens nécessaires, prévisions des moyens nécessaires, fourniture et exploitation de ces moyens). Une grande coopération internationale et l'introduction de ces concepts dans les programmes politiques s'avèrent indispensables. L'Agenda21 voudrait qu'un maximum de ressources nouvelles et supplémentaires puissent être utilisées. Plusieurs parties sont donc concernées : banques, Nations Unies, autres organisations internationales, financements privés,...

#### Recommandations

- Engager une collaboration et des négociations entre les pays développés et les pays en développement
- Envisager une suppression totale (ou partielle) de la dette des états en développement
- Harmoniser les différentes institutions internationales pour optimiser la disposition de fonds financiers

### **1.4.2. Chapitre 35 : La science au service d'un développement durable**

L'amélioration des connaissances scientifiques et des prévisions scientifiques à long terme doivent être favorisées. Ces connaissances peuvent en fait fournir des informations, importantes et crédibles, pour la sélection des politiques d'environnement et de développement durable. Dans les processus de prise de décisions, les connaissances scientifiques sont d'importance primordiale et deviennent de plus en plus importantes. En termes de développement durable il est indispensable de mieux connaître les aspects sociaux et environnementaux à toutes les échelles : terres - océans – atmosphère, ainsi que leurs interdépendances, changements climatiques, taux de consommation des ressources, démographie,... La participation des scientifiques aux programmes nationaux et internationaux doit donc être favorisée. L'objectif fixé dans l'Agenda21 est donc de renforcer les bases et les capacités scientifiques pour permettre une meilleure évaluation sur le long terme.

#### Recommandations

- Appuyer et financer les activités de recherche
- Mettre à disposition des techniques innovantes
- Encourager la coopération scientifique entre toutes les régions

### **1.4.3. Chapitre 36 : Promotion de l'éducation, de la sensibilisation du public et de la formation**

L'éducation est à la base de tous les domaines touchés par l'Agenda21. Une réorientation de l'éducation, en introduisant des concepts de développement durable, devrait permettre une meilleure sensibilité globale et une plus grande facilité d'introduction des programmes environnementaux à tous les niveaux politiques. L'éducation revêt en fait une grande importance pour promouvoir le développement durable. Dans le domaine de l'organisation de l'éducation, les pays ont dans les mains une grande opportunité d'intégrer toutes ces notions et de susciter une conscience écologique répandue. L'objectif de l'Agenda21 est donc que des notions d'environnement et de développement soient intégrées à tous les programmes d'enseignement et dans tous les secteurs de la société. Les programmes de sensibilisation, qui revêtent un rôle important, doivent être présents et adaptés au mieux à tous les niveaux territoriaux.

#### Recommandations

- Ouvrir l'enseignement à tous sans discriminations (sexe, âge...)
- Développement d'une capacité d'enseignement et de formation à l'échelle locale pour créer une manœuvre souple et adaptable apte à répondre aux besoins spécifiques de chaque région
- Intégrer les aspects environnementaux dans les programmes scolaires



#### **1.4.4. Chapitre 37 : Mécanismes nationaux et coopération internationale pour le renforcement des capacités dans les pays en développement**

L'aptitude d'un pays à s'engager dans la voie d'un développement durable dépend aussi des capacités de sa population et de ses institutions. Le renforcement des capacités devrait recouvrir l'ensemble des moyens humains, scientifiques, techniques, administratifs, institutionnels et financiers. Pour un renforcement de ces capacités, chaque pays devrait conjuguer ces efforts avec les organismes compétents des Nations Unies et ceux des pays développés. Il est donc indispensable que chaque pays puisse établir ses priorités et déterminer les moyens nécessaires pour renforcer les capacités en terme de développement durable, principalement dans des stratégies à long terme. L'objectif fixé par l'Agenda21 est que ces capacités puissent être améliorés à toutes échelles politiques et territoriaux (niveaux national, sous-régional et régional). Ces processus doivent passer par des réorientation continues des stratégies et une révision constante des priorités dans chaque domaine concerné (politique, technique, institutions, ...). Les activités principales nécessaires pour parvenir à ces objectifs sont résumées de suite : recherche d'un consensus national, détermination des sources nationales, recherche d'une coopération technique, mise en place d'une évaluation continue et d'éventuelles corrections du système de coopération, amélioration de la compétence et de la contribution collective du système des Nations Unies.

##### Recommandations

- Engager une collaboration et des négociations entre les pays développés et les pays en développement
- Collaboration entre les institutions intrinsèques du pays

#### **1.4.5. Chapitre 38 : Arrangements institutionnels internationaux**

Ce chapitre traite des processus d'élaboration des stratégies et mesures propres à arrêter et à inverser les effets de la dégradation de l'environnement dans le contexte d'une augmentation des efforts nationaux et internationaux. Le but étant de promouvoir un développement durable et écologiquement rationnel dans tous les pays et que la promotion de la croissance économique dans les pays en développement joue un rôle essentiel dans la solution des problèmes liés à la dégradation de l'environnement. Le processus intergouvernemental de suivi s'inscrira dans le cadre du rôle joué par les organismes des Nations Unies, l'Assemblée générale étant l'organe suprême chargé de fournir les orientations d'ensemble aux gouvernements, aux organismes des Nations Unies et aux organes créés en vertu des traités. Les gouvernements, ainsi que les organisations régionales de coopération économique et technique ont un rôle important à jouer dans ce processus. Les engagements et les initiatives qu'ils prendront doivent jouir d'un appui adéquat des organismes des Nations Unies et des institutions multilatérales de financement. De la sorte, les initiatives nationales et internationales se renforceront mutuellement.

##### Recommandations

- Trouver des moyens ouverts et efficaces d'assurer la participation des organisations non gouvernementales.
- Développer le droit international de l'environnement, et en particulier élaborer des conventions et des principes directeurs dans les institutions nationales.

- Renforcer les capacités et les arrangements institutionnels requis pour la mise en œuvre, le suivi et l'évaluation efficaces d'Action 21.

#### **1.4.6. Chapitre 39 : Instruments et mécanismes juridiques Internationaux**

Dans ce chapitre sont les processus d'élaboration de traités universels, multilatéraux et bilatéraux. Notamment la poursuite du développement du droit international concernant le développement durable, en accordant une attention particulière à l'équilibre délicat entre les questions relatives à l'environnement et au développement ; La nécessité de préciser et de renforcer les liens entre les instruments ou accords internationaux en vigueur en matière d'environnement et les accords ou instruments pertinents dans les domaines économique et social, en tenant compte des besoins propres aux pays en développement. Au niveau mondial, l'importance fondamentale de la participation et de la contribution de tous les pays, notamment des pays en développement, à l'élaboration de traités internationaux en matière de développement durable. La nécessité de fournir également aux pays en développement une assistance technique pour les aider à renforcer les moyens dont ils disposent pour élaborer une législation concernant l'environnement.

##### Recommandations

- Intégration au sein des institutions du droit international concernant le développement durable.
- Reconnaissance étatique du fait que les politiques environnementales doivent s'attaquer aux causes profondes de la dégradation de l'environnement, de manière à ce que les mesures de protection de l'environnement n'entraînent des restrictions commerciales injustifiées.
- Etablir des systèmes efficaces et concrets de présentation de rapports sur l'application effective, intégrale et immédiate des instruments juridiques internationaux.

#### **1.4.7. Chapitre 40 : L'information pour la prise de décisions**

A tous les niveaux de prise de décision, le besoin d'information se fait énormément sentir. Les objectifs de l'Agenda21 sont essentiellement d'éliminer le fossé d'information entre les différents pays et d'améliorer l'accessibilité à l'information. Le fossé existant, en terme d'information, entre les pays développés et les pays en développement, ne fait qu'augmenter la difficulté liée à la formation de politiques d'environnement et de développement durable. Il devient en outre important que cette information soit d'abord disponible et facilement accessible, et qu'elle soit en plus correcte et réellement utilisable dans les processus de prise de décisions. Tous les moyens disponibles pour permettre une information qualitative à tous les niveaux, comme par exemple les moyens institutionnels, scientifiques et techniques, devraient donc être utilisés et soutenus financièrement.

##### Recommandations

- Insertion des programmes de développement durable et de protection de l'environnement à tous les niveaux des institutions
- Elaboration de mécanismes pour le transfert rapide et continu des informations nouvelles
- Financement de recherches dans le domaine de transmission d'informations

## 11.1.7 Ressources minérales et énergétiques

### Introduction

La thématique spécifique de ce dossier réside dans la mise en valeur des ressources minérales et énergétique dans les différents pays faisant frontière avec la mer d'Aral; soient l'Ouzbékistan et le Kazakhstan. Il est bien entendu évident que nous ne nous sommes pas restreint au bassin de la mer d'Aral car le but de ce dossier est de trouver les sources potentielles de gains financiers. C'est pourquoi l'étude portera sur les deux pays sus mentionnés tout en se souvenant des éventuels impacts ou des différents liens que l'on décèlera et qui toucheront de près ou de loin la mer d'Aral.

Les ressources énergétiques sont multiples. Il est donc nécessaire de les prendre toutes puis de faire un choix en considérant les différents paramètres qui influencent leur viabilité dans des pays tels que l'Ouzbékistan et le Kazakhstan. Nous avons donc pris en compte les énergies nucléaire (fission et fusion), les énergies "inépuisables" (solaires, hydrauliques, éoliennes, géothermique), les énergies fossiles (pétrole, gaz, charbon, tourbe,...) par ailleurs "non-renouvelables"<sup>63</sup> ainsi que les "renouvelables"<sup>64</sup> (biomasse). Quant aux ressources minérales nous nous sommes contentés d'observer les entreprises déjà présentes sur les lieux ou qui étaient en fonction dans le passé.

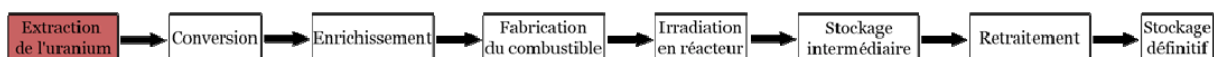
Les chapitres sont structurés comme suit: Dans un premier temps chaque ressource (énergétique ou minérale) sera traitée en considérant son potentiel existant ainsi que ses infrastructures existantes dans les différents pays. Nous aborderons ensuite les méthodes utilisées et nous les comparerons avec les éventuelles autres méthodes existantes connues à ce jour. Ceci dans le but de vérifier de la perspicacité de la méthode choisie. Il sera nécessaire de poursuivre l'étude par une étude de pouvoir. Pour ce faire nous essaierons de comprendre qui sont les acteurs du marché et à quel niveau du maillon les entreprises présentes dans le pays interviennent sur le marché. Nous finirons notre étude sur les impacts que provoquent toutes les formes de ressources énergétiques en faisant une comparaison de leur cycle et des différentes sphères.

## Ressources minérales

### L'uranium et les installations nucléaires

#### Introduction

Le cycle du combustible de l'uranium passe par plusieurs opérations qui consistent à une phase amont où l'élément est sous forme « naturel » jusqu'à une phase aval dite « irradié ». Les étapes par lesquelles l'uranium passe sont résumées ci-dessous.

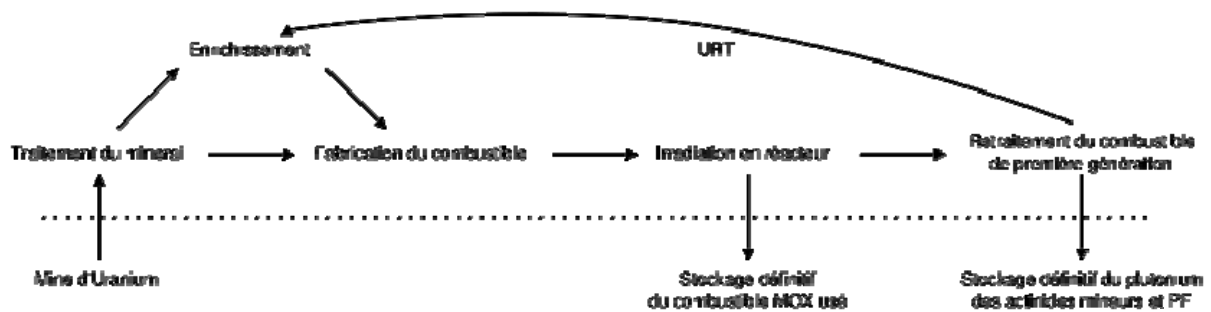


<sup>63</sup> Nous entendons par là que ces ressources sont non-renouvelables à l'échelle humaine. Il va de soi que le pétrole est renouvelable mais pas tellement envisageable à l'échelle humaine.

<sup>64</sup> Qu'il est possible de renouveler et toujours à l'échelle humaine.

**Figure 7.4** : Chaîne du combustible nucléaire [8]

Il s'agira donc de prendre ce schéma sous forme horizontale et d'y inclure une dimension verticale en prenant en considération les impacts sur l'environnement. Nous devons donc connaître à quel niveau de la chaîne les interventions des différentes entreprises situent dans les différents pays (Ouzbékistan et Kazakhstan) ainsi que reconnaître les lieux des implantations d'infrastructures et les méthodes utilisées. Ci-dessous le cycle du combustible (cf. fig3) :

**Figure 7.5** : Cycle avec Mono-recyclage de l'Uranium [8].

## Potentiel

Selon [1] 439'000 tonnes d'U constitue les réserves prospectées et évaluées de l'uranium kazakh (1<sup>er</sup> place), 3<sup>ème</sup> fournisseurs mondiale, le Kazakhstan projette de devenir le premier (devant le Canada). Les réserves Ouzbèk sont chiffrées à (4<sup>ème</sup> rang) et il se trouve en 6<sup>ème</sup> place pour la production. Le Kazakhstan et l'Ouzbékistan font partie des 10 pays responsables des 94% de l'extraction mondiale d'uranium [1]. Il faut préciser que ces données sont sujets à discussions car très variables : en effet ces chiffres dépendent du prix d'extraction au kilo d'uranium et d'autres facteurs telles que la quantité d'uranium présent dans la roche ou encore de la méthode utilisée. Le coût généré par une méthode classique (c.f. les méthodes) avoisine les 80 à 130 [\$ /kg] [2,3]. Au dessus de cette valeur les gisements ne sont pas exploités. De plus, un gisement est rentable si sa teneur en Uranium est supérieure à 0.5 [kg/tonne] de roche [2]. Il faut finalement savoir que chacun des deux pays ont enregistré en 2004 de très fortes hausses de leur production (30% pour le Kazakhstan et 15% pour l'Ouzbékistan)[1].

Il est aussi intéressant d'ajouter que suite à l'effondrement du bloc en 1991 des experts de l'AIEA [1] se sont rendus dans les nouveaux pays dans le but de lister les installations nucléaires présentes dans les pays pour ainsi contrôler voire gérer ces installations. En contrepartie tant l'Ouzbékistan que le Kazakhstan ne possède pas l'arme nucléaire et n'utilisent pas l'uranium à des fins militaires. Ils ont ainsi signé le traité de non prolifération des armes et coopèrent dans le démantèlement des équipements atomiques de l'URSS. Ils sont donc restreints à adhérer aux trois principes suivants : non-déploiement, non-production, et non-acquisition des armes nucléaires [10].

Aux dernières infos [5] : La Russie va construire une première centrale nucléaire au Kazakhstan. [...] Les deux pays vont notamment coopérer dans le développement d'un nouveau gisement d'uranium, Boudenovskoïe. [...] l'uranium sera enrichi en Sibérie.

### Infrastructures & Installations

L'Ouzbékistan avait un réacteur de recherches scientifiques nucléaire opérationnel à l'institut de la physique nucléaire (INP) dans Ulugbek (Tachkent). Le réacteur a fonctionné jusqu'en 1998 [1]. Deux étangs de refroidissement à l'INP dans Ulugbek logent toujours au moins 237 éléments de combustible irradié contenant UHE<sup>65</sup> [1]. NMMC<sup>66</sup> a commencé à exploiter les dépôts en uranium à ciel ouvert et souterrain dans le Kyzylkum qui avaient été abandonnés en 58. Actuellement, l'extraction en uranium emploie la méthode d'« in situ lixiviation<sup>67</sup> ». Des équipements en fonction sont situés à Navoi, Uchkuduk, Zafarabad et Nurabad. Dans Zarafshan, la mine de Sugraly est actuellement inactive [1]. Toutes les installations sur place sont dans des états critiques [1].

Le Kazakhstan avait deux réacteurs de recherche nucléaire et un réacteur de puissance [1]. Les deux premiers se trouvaient à Alatau et Kurchatov. Ils étaient gérés respectivement par l'INP<sup>68</sup> et la NNC<sup>69</sup>. Quant au réacteur de puissance il se trouvait à Aktau et est géré par la KSCAPI<sup>70</sup>. Il a été arrêté en 1999. Selon [6] la central d'Aktau est encore en fonction. A l'époque de l'URSS, 3 unités utilisaient de l'uranium : usine de Kazkor (Aktau), Tsélinii(Stépnogorsk) et le combinat d'Oulbinskii. Généralement concentré et exporté en Russie. L'usine Tsélinii(Stépnogorsk) et le combinat d'Oulbinskii continue de fonctionner [5]. Il existe environ 42 sites d'extraction au Kazakhstan [5], mais on trouve principalement des usines d'extraction d'uranium dans les six provinces suivantes: Shu-Sarysuy, Syrdaria du Kazakhstan du Nord (Kokshetau), Manguyshlak (Précaspienne), Kendyktasc-Tchuili-Betpakdala (Prébalkash), Ily. [7]. Le tableau ci-dessous résume la situation actuelle :

Provinces :	Quantité d'uranium par rapport à la réserve totale du pays	Ville de la province où on trouve les mines	Méthode d'extraction utilisé et commentaires.
Shu-Sarysuy	60.5%	Uvanas, Mynkuduk, Kanjugan, Moinkum	Lixiviation souterraine des puits
Syrdaria	12,4 %	Karamurun du Nord et du Sud	Lixiviation souterraine des puits
Kazakhstan du Nord	16.5%	Vostok	voie de mines
Manguyshlak	1.8%		L'exploration n'a pas lieu actuellement
Kendyktasc-Tchuili-Betpakdala ou Prébalkash	0,4 %		L'exploration est arrêtée. Les principaux gisements sont déjà épuisés
Ily	6%		L'exploration n'est pas en cours

**Tableau 7.6:** Récapitulatif des provinces, du pourcentage de réserve, des méthodes d'extraction et des villes de provinces au Kazakhstan concernant l'uranium [7].

Selon [1] les principales provinces en réserve d'uranium sont : Kokshetau, Pré-Caspien (Mangystau), Pre-Balkhash, Syr-Darya, Shu-Ili et Shu-Sarusu, qui contiennent 439'000 tonnes des réserves en uranium (à coût de production favorable).

<sup>65</sup> Uranium hautement enrichi

<sup>66</sup> Le cartel d'Etat d'exploitation et de métallurgie de Navoi

<sup>67</sup> C.f. les méthodes

<sup>68</sup> Institute of Nuclear Physics

<sup>69</sup> National Nuclear Center

<sup>70</sup> Kazakhstan State Corporation for Atomic Power and Industry

Cependant on apprend que « *faute de la non-rentabilité de l'exploration minière et celle de carrière et à cause des prix bas pour la production sur les marchés du Monde, six administrations minières ont été fermées au Kazakhstan et les deux ont arrêtés l'exploration. Le combinat minier et du traitement Tselinny (ville de Stepnogorsk) a fini l'exploration de minerai sur les sites Gratchev et Vostok en 1995 zody faute de la non-rentabilité de la production.* »[7]

Autres lieux de traitement : L'usine d'Oulba[11], située à Oust-Kamenogorsk au nord-est du pays, est la plus grande installation de fabrication de combustible au monde. Usine très complexe, elle produit des pastilles d'uranium et produit entre autre de l'hexafluorure d'uranium pour des installations occidentales de fabrication de combustible. Cette usine connaît de gros problème de gestion des déchets et des problèmes lié, d'une part, à la formation du personnel, mais aussi à la vétusté des installations. Cependant « *...elle a apparemment mis fin à ses activités d'enrichissement d'U dans les années 80 [...et...] Elle s'efforce, depuis la signature de son accord de garanties généralisées avec l'AIEA, en 1994, d'atteindre les normes de sûreté et de sécurité.* »[11]. Elle est finalement très soutenu financièrement et matériellement par la communauté internationale (occidentale). L'usine chimique-métallurgique de Taukent produit du protoxyde-oxyde d'uranium<sup>71</sup>.

#### **Méthodes classiques [4] :**

Nous traitons ici uniquement les procédés qui concernent les pays étudiés :

**Prospection :** Prospection radiométrique (généralement complété par méthodes électriques, électromagnétiques et magnétiques et par une étude géochimique et sondages si concluant)

**Mines et extraction :** mines à ciel ouvert, mines souterraines ou extraction par "lixiviation".

**Traitement** (généralement proche de la mine) : Les étapes sont résumées comme ceci : concassage, broyage, attaque chimique (généralement par acide sulfurique) clarification, purification, précipitation (procédé parfois non obligatoire), lavage, filtration et obtention du "yellow cake". Il est éventuellement grillé pour obtenir de l'U308. Avec l'oxyde d'uranium, le "yellow cake" représentent les produits commercialisables de l'usine de traitement. Il sera ensuite enfûté puis expédié à l'usine de conversion.

**Conversion :** L'uranium doit ensuite passer de la forme « Yellow cake » à la forme hexafluorure d'uranium UF<sub>6</sub> (gazeux) pour ensuite pouvoir subir l'enrichissement. La conversion utilise des procédés chimique qui ne sont pas utiles de mentionnés ici.

#### **Acteurs**

Kazakhstan : Vue la complexité des entreprises qui travaillent sur le marché de l'uranium (et plus généralement sur l'énergie nucléaire) nous nous référons des informations fournies par [7], qui, à notre avis, résume bien la situation globale des entreprises au Kazakhstan. D'autant

---

<sup>71</sup> Pas d'autres informations...

qu'elle nous semble être un acteur majeur dans la production d'uranium du pays car elle se définit comme une entreprise de production, à l'échelle mondiale, d'oxyde d'uranium.

: « Actuellement «Kazatomprom» est un holding sur la gestion de six activités: prospection géologique, exploration de l'uranium, métallurgie, énergie, la formation et reformation des effectifs, et aussi la sécurité sociale. Kazatomprom a les parts dans les entreprises collectives sur l'exploration de l'uranium «Katko» avec la compagnie française «Areva», «Inkai» avec la compagnie canadienne «Cameco», «Zarechnoe» avec les partenaires russes, «UKR TVS» sur la production des combustibles nucléaires avec les partenaires russes et ukrainiens. Vers 2010 «Kazatomprom» poursuit le but d'atteindre 15000 tonne d'exploration de l'uranium par an, ce qui lui permettra de devenir leader dans l'industrie nucléaire du monde. Cette position est basée sur les relations d'affaires avec les plus grandes compagnies énergétiques et commerciales du monde, la stabilité financière, le potentiel scientifique et de la cohésion des effectifs. »

Ouzbékistan : Le cartel d'Etat d'exploitation et de métallurgie de Navoi (NMMC<sup>72</sup>) dans la ville de Navoi surveille trois opérations de lixiviation in-situ dans l'Ouzbékistan. Elle constitue la seule entreprise importante sur place.

### Impacts sur l'environnement

Il est nécessaire d'étudier rapidement les impacts sur les trois maillons de la chaîne qui cause la plus grande pollution (cf. fig1) dans les pays concernés.

**Mine** : D'un point de vue uniquement naturel, l'uranium est un élément faiblement radioactif et ne présente pas de danger potentiel pour l'environnement lorsqu'il se trouve mélangé à la roche dont il fait parti de la matrice. Ce qu'il faut savoir, c'est qu'après le démantèlement d'une mine, de nombreux déblais contiennent encore environ 80% de radio-isotopes. Les particules radioactives présentes dans les talus vont par la suite être transportées par le vent et l'eau de pluie. On retrouve alors de la présence radioactive (inhabituelle) dans toutes les directions autour des mines (avec une prépondérance vers les vents dominants) mais aussi dans l'eau ruisselante, tant dans les ruisseaux que dans les nappes phréatiques. Il faut finalement être conscient (sans rentrer dans les détails) qu'il existe 5 formes de déchet lorsqu'une mine est en exploitation : Les rejets atmosphériques (avec dégagement de radon et de poussières radioactives), les rejets liquides (l'eau d'exhaure et ruissèlement ou infiltration dans la mine), les déchets solides (boues et précipités des eaux traitées), les minerais pauvres (minerais dont la teneur n'est pas suffisante. C'est le stockage qui fait défaut), les stériles (roche dont la teneur d'uranium n'est pas suffisante. Le stockage fait aussi défaut mais avec des teneurs inférieures). Nous ne parlons pas ici des autres impacts tels que l'occupation non négligeable de la surface de terrain qui est bien supérieure à toute autre exploitation de minerais mais aussi de l'impact social.

**(Re)-traitement** : De l'acide sulfurique et des métaux lourds sont généralement utilisés pour les différents traitements employés au début de la chaîne. Il faut savoir que ces techniques doivent être bien surveillées mais surtout bien maîtrisées... Ce qui n'est pas trop le cas pour nos pays étudiés, particulièrement pour l'Ouzbékistan.

---

<sup>72</sup> Navoi Mining and Metallurgical Combinant

**Stockage des déchets – Fin de chaîne :** Ce problème est bien trop complexe pour l'expliquer ici. Cependant il est nécessaire de savoir que l'Ouzbékistan connaît de nombreux problèmes quant au stockage des déchets provenant de toutes les formes de fin de chaîne de chaque maillon qui constitue le cycle de l'uranium.

#### **Sources :**

- [1] AIEA ou/et AIEN
- [2] Système énergétique Haldi
- [3] « Mineral resources », chapter 9,
- [4] AREVA
- [5] [www.Asie-Centrale.com](http://www.Asie-Centrale.com)
- [6] Source : Mape Monde, 60, 2000,4 « centrale nucléaire et uranium dans le monde » Roger Brunet.
- [7] <http://www.kazatomprom.kz/>
- [8] Wikipedia
- [9] François-Poncet J., François P., Minetti L., Barraux B., Bécot M., Boyer J., Braun G., Courteau R., Fatous L., « Mission effectuée au Kazakhstan, en Ouzbékistan et au Turkménistan », Rapport d'information 412 (97-98), Commission des affaires économiques.
- [10] <http://www.nti.org/>
- [11] Maribeth Hunt & Kenji Murakami ,« Renforcer les garanties nucléaire au Kazakhstan », IAEA bulletin 46/2, mars 2005.

## **Le cuivre**

### **Introduction**

L'exploitation actuelle du cuivre en Asie centrale, au même titre que le plomb, l'or ou le zinc, résulte d'une activité minière diversifiée et très ancienne. L'est du Kazakhstan était tout d'abord réputé pour ses richesses en or. L'exploitation moderne a ensuite débuté au 18<sup>ème</sup> siècle avec la première fonderie de cuivre dans l'Altaï (est du Kazakhstan) en 1723 et dès la seconde moitié du 19<sup>ème</sup> de nombreux gisements de cuivre mais aussi de zinc, de plomb et d'or sont mis en exploitation. Par la suite c'est durant la période 1930-1940 que l'industrie minière kazakhe entame un important développement et les grands gisements actuels sont découverts durant la période 1940-1950 suite à la mise en place d'un intensif programme d'exploration. Par la suite le secteur minéral domine l'économie de la région.

### **Potentiel et sites existants**

Le Kazakhstan était le second producteur de cuivre en URSS et est actuellement un des principaux pays en termes de réserves et de production de cuivre au niveau mondial. Il contribue pour 4.4% à la production mondiale et en 2004 le cuivre représente 27% du total des exportations du pays. Les gisements les plus importants se situent dans la région de Balkhash à l'est du pays ainsi qu'au centre dans la région de Zhezkazgan. La plupart de ces minerais contiennent également du zinc, du plomb et de l'or.



L'Ouzbékistan était le troisième plus grand producteur de cuivre de l'ex-Union soviétique et se situe actuellement au dixième rang mondial des plus importantes réserves de cuivre estimées. Plus de 115000 tonnes de cuivre raffiné est produit chaque année. Il y a beaucoup de gisements de cuivre en Ouzbékistan mais actuellement seuls trois sont en exploitation dans les régions de Tashkent et d'Almalyk à l'extrême est du pays. Cependant quelques autres gisements prometteurs ont été découverts, notamment dans la province de Karakalpakstan située au sud de la mer d'Aral.

## **Acteurs**

En Asie centrale l'industrie minière fait face à des problèmes de désorganisation des circuits d'approvisionnement et de manque d'investissements pour développer de nouvelles réserves. Les usines de cuivre ne fonctionnent donc pas à leur capacité maximale et la production annuelle a régulièrement diminué au Kazakhstan entre 1991 et 1995. Cependant la situation a commencé à s'inverser lorsque des compagnies étrangères ont acquis des droits de management sur les entreprises nationales de production de cuivre. La plus importante compagnie de production et de traitement de minerai de cuivre au Kazakhstan est Kazakhmys, faisant partie d'un groupe international présent également en Allemagne et au Royaume-Uni, qui possède des exploitations dans l'est et le centre du pays.

## **Niveau de la chaîne**

Le principal business de la compagnie Kazakhmys est l'exploitation de mines, le traitement, la fonte et le raffinage du minerai. Ses complexes de traitement, incluant la fonte et le raffinage, se situent à proximité des gisements de Balkhash et Zhezkazgan. Le produit est exporté ensuite sur le marché mondial et particulièrement vers le marché chinois qui est actuellement très prometteur. De plus la compagnie développe des projets destinés à une augmentation de la production en incluant de nouveaux sites d'extraction ainsi que le développement des sites existants.

En Ouzbékistan, les grandes compagnies minières possèdent plusieurs sites d'exploitation de traitement du minerai et même leurs propres réseaux de transport et exportent aussi leur produit à l'étranger.

## **Sources**

L'industrie minière du Kazakhstan, dossier sénat, 29 mars 2004, [www.asie-centrale.com](http://www.asie-centrale.com)

<http://www.unece.org/env/epr/studies/uzbekistan/>

<http://www.unece.org/env/epr/studies/kazakhstan/>

Ressources minérales dans les pays de l'Ex-URSS, R.M. Levin & G.J. Wallace 2004

## L'Or

### Introduction et potentiel

L'Ouzbékistan est à la neuvième position mondiale quant à la production d'or. C'est le métal principal produit dans l'Ouzbékistan et le pays possède les plus grandes réserves d'or de l'ex USSR (estimées à 5300t), ce qui correspond aux cinq réserves d'or les plus grandes du monde. La plupart de ces réserves sont situées dans la région centrale de Kyzylkum, où se trouvent 3200t des réserves. La mine de Muruntau près de la ville de Zarafshan produit suffisamment d'or pour positionner l'Ouzbékistan dans les sept pays producteurs d'or les plus grands du monde avec 70t/an.

L'Ouzbékistan occidental possède plusieurs gisements d'or rapportés, mais la région n'a pas été bien explorée. C'est donc dans cette région (d'ailleurs la région où se trouve la mer d'Aral) qu'on devrait effectuer des explorations géologiques détaillées. La proximité de la mer d'Aral des gisements importants (surtout Muruntau et Kokpatas en Ouzbékistan, puis Taraz en Kazakhstan) fait espérer de trouver d'autres gisements importants aussi dans la région en question.

Le Kazakhstan aussi possède quelques mines d'or, les plus importantes se situant au Nord du pays près de la ville de Stepnogorsk. Après le collapsus de l'ancienne république soviétique le pays s'est limité à l'exploitation des mines existantes à l'aide d'investissements étrangers. Il pourrait donc être intéressant d'investir dans la prospection de gisements et l'ouverture de nouvelles mines d'or, car pendant les dernières années le Kazakhstan n'a pas fait de grands efforts à ce niveau-là.

### Infrastructures existantes et acteurs principaux dans le secteur

Le plus grand producteur d'or dans l'Ouzbékistan est l'entreprise "Navoi Mining and Metallurgical Combinant". Elle possède et exploite le dépôt de Muruntau, qui accueille une des plus grandes mines d'or à ciel ouvert du monde. La mine produit autour de 70% de la production d'or total de l'Ouzbékistan. L'entreprise vient de terminer la première phase d'une révision de la mine à ciel ouvert de Muruntau en 2005. Ce projet inclut également l'établissement des systèmes de transport utilisant des convoyeurs à pente raide qui peuvent transporter le minerai sous un angle de 45 degrés, et qui permettraient à Navoi Mining d'augmenter la profondeur de mine à 1.000m (à partir d'une profondeur actuelle de 460m). L'entreprise vise d'augmenter sa production d'or de 20% d'ici à 2010.

Le concerne opère également le gisement de Kokpatas situé également dans la région de Kyzylkum. En raison de la teneur élevée en sulfure de ce gisement, Navoi doit utiliser la technologie "BIOX" (oxydation chimique in-situ contrôlée) pour extraire l'or.

Sous un accord "joint-venture" (partenariat public-privé 50:50 avec des entités du gouvernement d'Ouzbékistan), l'entreprise "Newmont Mining Corp" (USA), traite les réserves de qualité inférieure au gisement d'or de Muruntau. Ce partenariat était le premier investissement significatif par une compagnie d'exploitation occidentale dans l'ancienne Union Soviétique. La banque européenne pour la reconstruction et le développement (BERD), Barclays et d'autres banques ont mis à disposition un crédit de \$13Mio. pour la réalisation de ce projet.

A l'époque, trois de sept minerais présents dans le gisement de Muruntau avaient été déclarés comme intraitable/inexploitable avec les technologies soviétiques et en conséquence avaient simplement été stockés en dehors des mines. La ressource du projet de Newmont se compose donc de ce matériel de qualité inférieure d'or qui avait été extrait du système de Muruntau et stocké dans des sédiments métamorphiques. De cette manière, le concerne produisait 13.6t d'or en 2003. Il y a cinq ans, la compagnie a acquis les droits à une ressource de 150Mt de minerai, prolongeant ainsi la vie du projet jusqu'à 2013 et la BERD a fourni un crédit de \$30Mio. de plus pour les expansions nécessaires.

"Amantaytau Goldfields", une autre "joint-venture", développe le champ d'exploitation d'or d'Amantaytau. Les actionnaires d'Amantaytau Goldfields sont "Oxus Mining" (un concerne anglais, 50%), le Comité de Géologie de l'Etat (40%) et "Navoi Mining" (10%). Les réserves d'or récupérables

initiales à Amantaytau avaient été estimées à environ 100t et les réserves additionnelles à plus de 90t. Plus tard, grâce à une exploration géologique détaillée, Amantaytau Goldfields a pu reconnaître le double de ces réserves d'or et d'argent au gisement, équivalentes à 200t d'or. Oxus Mining est un de plusieurs investisseurs étrangers qui ont étudié les gisements d'or d'Amantaytau. Cameco (Canada) et Lonmin (GB) ont été impliqués, mais avaient retiré à plusieurs étapes après des études de faisabilité.

D'autres gisements d'or se trouvent dans la zone de Samarkand. Les gisements d'or de Zarmitan et de Guzhumusai ont des réserves contenant environ 200t d'or et plusieurs compagnies étrangères avaient montré leur intérêt de participer à l'exploitation de ce gisement, avec WMC (Australie) évaluant le dépôt de Zarmitan. Cependant, WMC s'est retiré de la participation "joint-venture" qui s'est tenu avec la participation du gouvernement d'Ouzbékistan.

La mine d'or de Chadak dans la région de Mangan et la mine d'or de Marjanbulak dans la région de Jizak sont contrôlées par la compagnie de l'Etat "Uzalmazzoloto". Le gouvernement privatise la compagnie, offrant une part de 51% dans Uzalmazzoloto à des investisseurs externes. Les deux dépôts ont des réserves totales de presque 30t d'or.

## **Méthodes d'extraction**

### **Méthode avec du mercure**

C'est une des méthodes les plus anciennes et elle est étendue surtout dans l'exploitation des gisements primaires petits et alluviaux. Le processus se base sur la caractéristique de l'or de se dissoudre par le mercure. Les deux éléments forment ainsi un alliage qui, après la séparation de l'amalgame, est chauffé à 360°C ce qui provoque l'évaporation du mercure et permet la rétention de l'or.

### **Méthode avec du cyanure**

Depuis environ 100 ans, cette procédure de lessivage par du cyanure ("lixiviation") s'est utilisée essentiellement que dans la grande industrie minière. La lixiviation est la méthode la plus utilisée dans les mines d'or de l'Ouzbékistan, employé par exemple par les entreprises Newmont et Navoi Mining. Le cyanure est extrêmement toxique et écologiquement très problématique (voir "problèmes environnementaux"). La roche extraite est posée dans des bains de cyanure ou elle se dissout et l'or enrobé se libère. Souvent, le minerai brute se broye avant d'être mis en contact avec le cyanure.

Dans le cas de la mine d'or de Muruntau, le minerai se traite et se raffine sur place pendant 49 jours à d'or de 99.99% qui s'exporte par la suite.

### **Autres méthodes**

Des procédures alternatives et plus écologiques peuvent être appliquées lors de l'extraction d'or. Pour réduire la charge toxique à un minimum on peut employer des "cornues", des installations fermées qui recueillent, lors du chauffage, le mercure évaporé. De cette manière il est possible de réduire la pollution par le mercure de 99%.

Contrairement au mercure, le cyanure est biologiquement dégradable. En Allemagne, l'office fédéral pour des sciences géologiques et des matières premières (Bundesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe) a développé un système écologique intéressant qui permet le nettoyage microbien des eaux résiduelles de l'extraction d'or.

À l'aide de développements technologiques, il est devenu possible au cours des dernières années d'extraire l'or sans utilisation de produits chimiques. Dans le processus "Wilfley" un mécanisme d'agitation automatisé sépare les parties précieuses de la roche normale. Le principe JIG (concentrateur qui sépare de minéral à l'aide d'eau) et le principe de Knelson (séparation automatique dans une centrifugeuse selon le poids spécifique de la matière) de concentrateur sont en train d'être de plus en plus utilisés par des entreprises de taille petite et moyenne. Le challenge consiste donc de convaincre

les grandes entreprises engagées dans les mines les plus importantes des avantages de ces systèmes plus écologiques.

### Impacts sur l'environnement

Le plus grand problème environnemental concerne les eaux souterraines au voisinage des mines et des installations d'extraction d'or : comme on l'a vu précédemment la plupart des infrastructures minières du pays utilisent la technique de lixiviation par du cyanure. Cette substance très toxique est introduite dans le minerai et permet d'y extraire environ 65% de l'or contenu. La concentration de cyanure dans l'effluent des installations est de 30 à 50mg/l ce qui correspond à une concentration dans le bassin de stockage "final" de 1 à 2mg/l. Au voisinage de ce bassin, les concentrations prennent des valeurs autour de 0.2mg/l ce qui est le double de la concentration maximale permise (0.1mg/l). La production d'or affecte donc d'une manière très grave les eaux souterraines de l'Ouzbékistan.

Pour citer un exemple : les stocks de la mine de Chadak, environ 2Mio. m<sup>3</sup> de boue contenant du cyanure, couvrent une aire de 35hectares et l'eau souterraine de la région est fortement polluée par le cyanure et d'autres substances toxiques (arsenic, cadmium, etc.).

### Sources :

[www.unece.org/env/epr/studies](http://www.unece.org/env/epr/studies)  
[www.nti.org/db/nisprofs/uzbekis/mining.htm](http://www.nti.org/db/nisprofs/uzbekis/mining.htm)  
[www.mining-technology.com](http://www.mining-technology.com)  
[www.mbendi.co.za](http://www.mbendi.co.za)  
[www.ngmk.uz](http://www.ngmk.uz)  
[www.goldseiten.de](http://www.goldseiten.de)

### Les autres métaux du bassin de la mer d'Aral

#### Les principaux métaux

Minerai	Taux de réserves (millions de tonnes)	Production en milliers de tonnes	Rang mondial	Observations et commentaires	Cours des métaux en dollars par tonnes
<b>Fer</b>	3300/7400	17000	12	Minerai pauvre teneur moyenne du minerai 19%	(Minerai) 40
<b>Plomb</b>	5/7	44	8		1324
<b>Chrome</b>	70/100	1200	2	Seulement 2 pays au monde à produire du chrome	1500
<b>Zinc</b>	30/35	400	6		3407

<b>Manganèse</b>	13/20	16.5	5	Produit de haute qualité totalement transformé sur place	2115

**Tableau 7.7:** Principaux métaux dans le bassin de la mer d'Aral

### Quelques commentaires

Il est avec l'Afrique du Sud, le principal producteur mondial de chrome. Selon le ministère de la géologie il existe plus de 30 gisements actuellement en exploitation, dont les teneurs en minerai varient de 40 à 50 %. Les principaux gisements de chrome connus se trouvent à Khromtaou dans l'oblast d'Aktiubinsk. Afin de lutter contre le dumping à l'échelle internationale, le Kazakhstan et l'Afrique du sud ont essayé de coordonner leurs politiques de prix depuis 1993.

S'ajoutent à ce potentiel près de 40 gisements de nickel qui sont actuellement en exploitation dans les parties Nord et Nord Est du pays, ainsi que 21 gisements de titane et des gisements de bauxites dans le Nord.

Les métaux associés aux gisements de plomb et de zinc sont très variés : argent, cadmium, baryum, mercure, indium, gallium, germanium, sélénium et tellure. De plus la région possède d'importants gisements en étain dont la principale production est le tungstène ou le tantale.

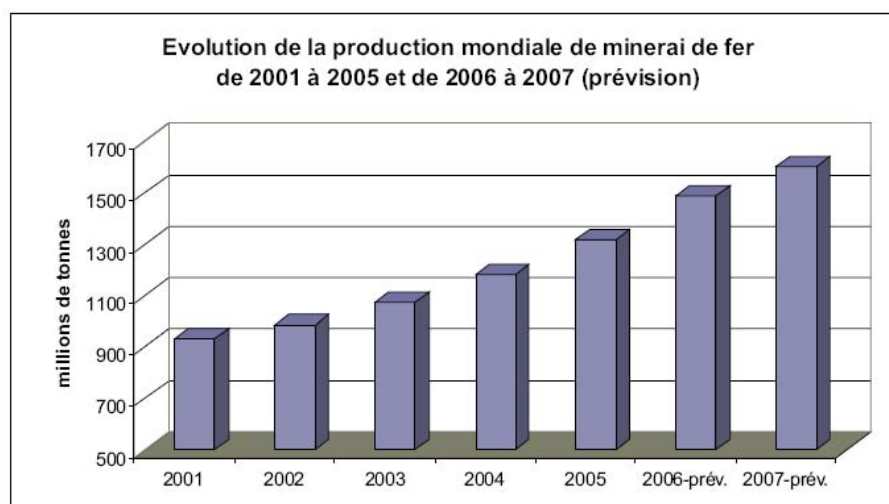
Enfin le Kazakhstan recèle un grand nombre de terres rares telles que cérium, holmium, ytterbium et lutécium dont les gisements sont associés aux différents métaux (zircon tantale et barytine). Il est également l'un des deux seuls producteurs de béryllium raffiné au monde avec son usine métallurgique d'Oustkamnogorsk.

### Les tendances des marchés

### Métaux de base et d'alliage (London LME 3 mois)

	Rappel moyenne 2001	Rappel moyenne 2002	Rappel moyenne 2003	Rappel moyenne 2004	Rappel moyenne 2005	Moyenne août 2006	Moyenne septembre 2006	Tendance septembre 06 août 06
<b>Exprimés en dollars/tonne</b>								
Aluminium	1 440	1 365	1 430	1 721	1 899	2 507	2 517	+ 0,4 %
Cuivre	1 580	1 580	1 790	2 789	3 503	7 664	7 579	- 1,1 %
Etain	4 480	4 090	4 900	8 354	7 335	8 484	9 016	+ 6,3 %
Nickel	5 940	6 745	9 610	13 724	14 569	27 393	28 066	+ 2,5 %
Plomb	475	460	515	848	941	1 179	1 324	+ 12,3 %
Zinc	885	795	845	1 063	1 392	3 363	3 407	+ 1,3 %
<b>Exprimés en euros/tonne</b>								
Aluminium						1 956	1 977	+ 1,1 %
Cuivre						5 980	5 954	- 0,4 %
Etain						6 625	7 082	+ 6,9 %
Nickel						21 341	22 046	+ 2,9 %
Plomb						921	1 040	+ 13,0 %
Zinc						2 624	2 676	+ 2,0 %

**Tableau 7.8 :** Prix et tendances des métaux sur les marchés



**Figure 7.9 :** Evolution de la production mondiale de minerai de fer

Je suis en train d'établir une carte pour définir avec précision les différents gisements de métaux. Je pense élargir mes recherches sur les méthodes d'extraction des minerais et leurs transformations mais très succinctement. Faire en quelque sorte un état de l'art.

Pour le power point je te prie d'inclure les 3 tableaux.

Il ne faut pas oublier de mentionner la confrontation que l'on doit avoir le groupe transport et politique quitte à l'inscrire explicitement sur un

### Ressources minérales et réseau de transport

## **Situation des principaux sites d'exploitation**

Les ressources minérales exploitées au Kazakhstan et en Ouzbékistan sont pour la grande partie destinées à l'exportation d'une part vers l'Europe et la Russie et d'autre part vers la Chine qui a un marché de plus en plus grandissant. En ce qui concerne le pétrole qui est en partie exporté par voie ferroviaire en direction de la Russie, un projet de pipeline est prévu pour relier le bassin de Tashkent à l'est à la mer Caspienne à l'ouest du Kazakhstan. De même un projet de pipeline destiné au gaz existe aussi entre ces deux régions stratégiques. Ces deux projets sont prévus de passer à proximité de la mer d'Aral, au nord dans la région d'Aralsk.

En ce qui concerne les minéraux extraits des mines et traités sur place, tous ne se situent pas aux abords de la mer d'Aral. Ainsi les mines d'uranium se situent notamment au nord du Kazakhstan dans la région d'Astana ainsi que dans le sud-est du Kazakhstan à proximité de la frontière avec le Kirgizstan dans la région du lac Balkash. En Ouzbékistan on trouve les gisements d'uranium dans le centre du pays près de Zarafshan. En ce qui concerne les mines de cuivre, elles sont situées d'une part aussi à l'est du pays proches du lac Balkash ainsi qu'au nord-est dans la région de Ust-Kamenogorsk. On trouve aussi d'importants gisements au centre dans la région de Zhezkazgan. En Ouzbékistan les gisements de cuivre exploités se situent dans le bassin de Tashkent soit à l'extrême est du pays. Du côté des gisements d'or ils se situent pour le Kazakhstan plutôt au nord près de la ville de Stepnogorsk et pour l'Ouzbékistan plutôt à l'ouest proches de la ville de Zarafshan où se situe le site de Muruntau, une des plus grandes mines à ciel ouvert du monde.

Mentionnons ici qu'un potentiel de développement intéressant existe au nord-ouest de l'Ouzbékistan dans la province du Karakalpakstan, soit à proximité de la mer d'Aral. Ceci est valable pour des gisements d'or et de cuivre notamment mais d'autres ressources pourraient être intéressantes, les prospections étant encore trop faibles.

## **Demande en réseaux de transport, développement futur**

Les minéraux, une fois extraits et traités, nécessitent d'être acheminés en direction du nord-ouest (Russie et Europe) ainsi que vers l'est (Chine). Jusqu'ici ces réseaux de transport étaient relativement modestes et vétustes étant des héritages de l'ex-union soviétique, mais dès lors que des compagnies étrangères sont intéressées à investir pour le développement de l'activité minière de cette région les tronçons importants ont été partiellement rénovés, principalement au Kazakhstan.

La stratégie de transport que nous proposons est basée sur le transport ferroviaire en ce qui concerne les grandes distances reliant les bassins d'exploitation importants aux régions auxquels sont destinés ces exportations. Sur le plan plus régional il est nécessaire d'avoir un réseau routier de qualité pour les distances plus limitées entre les zones de traitement et d'extraction par exemple.

De manière générale on constate grâce au groupe s'occupant des transports que les lignes principales de chemin de fer sont pour la plupart déjà existantes entre les principales entités minières des deux pays. Il s'agirait alors en fonction du développement des mines par des multinationales de pouvoir redimensionner et/ou rénover ce réseau de manière à pouvoir

assurer la demande de transport liée au transport des minéraux. Ce développement étant actuellement en cours il est difficile de trouver et d'articuler des chiffres c'est pourquoi nous gardons ici une approche qualitative.

Du côté du réseau routier régional il semble qu'il soit étonnamment bien développé notamment pour les besoins liés à l'exploitation des mines suite à des investissements étrangers.

Penchons nous à présent plus particulièrement sur la région Aral proprement dite. On mentionne ci-dessus qu'un potentiel de développement intéressant du point de vue minier existant au Karakalpakstan, dans les régions au sud de la mer d'Aral. Faisons alors l'hypothèse d'un tel développement minier dans la zone située entre Nukus et la mer d'Aral. L'exploitation de cette zone très reculée nécessiterait un fort développement général de la région qui est actuellement quasi désertique. Ceci passerait bien entendu par une desserte ferroviaire et routière.

Le groupe étudiant les transports a de plus relevé le fait que cette zone est située entre des sillons de transport intéressants déjà existants mais n'offrant pas d'arrêt intéressants. En développant une ville ou des villages basés sur l'exploitation des mines et se situant relativement proche des lignes ferroviaires importantes, ces localités pourraient profiter d'un accès intéressant et d'une liaison déjà en place. Suivant la localisation des nouvelles zones d'exploitations il serait peut-être judicieux d'envisager une ligne ferroviaire coupant perpendiculairement ces tronçons selon une liaison entre Nukus et Aralsk par exemple. Bien entendu d'autres paramètres interviendraient dans le souhait de développer une région jusque là désertique.

## Ressources énergétiques

### Le Pétrole

#### Réserves Totales de la région

- Réserves exploitables : 16-32 milliards de barils (entre 2 et 4 milliards de tonnes) soit entre 960 à 1920 milliards de dollars.
- Réserves potentielles : 100 milliards de barils (13 milliards de tonnes) soit 6000 milliards de dollars.

#### Production du Kazakhstan

- Production du pétrole 2005 : 100 millions de tonnes/an (2 millions de Bpd en 2005) soit cinq fois plus qu'en 1995.
- Réserves de pétrole prouvées : 3 milliards de tonnes (21.9 milliards de barils) soit 1320 milliards de dollars qui atteindraient 7 milliards tonnes.



	1990	1995	1997	2002	2007	2015
<b>Caspienne</b>			0	0	5	20
<b>Offshore</b>						
<b>Tenguiz</b>			8	12	20	35
<b>Karatchaganak</b>			2	5	10	5
<b>Ouzen</b>			2	6	4	0
<b>Divers</b>			12	12	10	10
<b>TOTAL</b>	<b>27</b>	<b>19</b>	<b>24</b>	<b>35</b>	<b>49</b>	<b>70</b>

**Tableau 7.10** : Productions actuelles et envisagées de pétrole par le Kazakhstan

Investisseurs : Mobil & Chevron.

Chevron s'engageait à investir 1,5 milliard de dollars dans le projet d'ici 1997 et 20 millions de dollars sur les 40 ans de la concession.

En avril 1996, le Kazakhstan a cédé la moitié de ses parts dans le TCO à la compagnie américaine Mobil.

Localisation : Sur 120 gisements pétrolifères découverts, 112 sont situés au bord de la Caspienne dans les régions d'Atyrau (ex-Gouriev) et d'Aktau<sup>6</sup>. Le plus important est celui de Tengouiz, connu depuis 1979 et situé à 160 km au sud-est d'Atyrau dont les réserves probables seraient de 25 milliards de barils (3,25 milliards de tonnes).



**Figure 7.11 :** Pollution et dommages naturels dans la région de la mer d’Aral

## LE GAZ

### Ressources gazières

Des réserves au Kazakhstan et en Ouzbékistan extrêmement importantes.

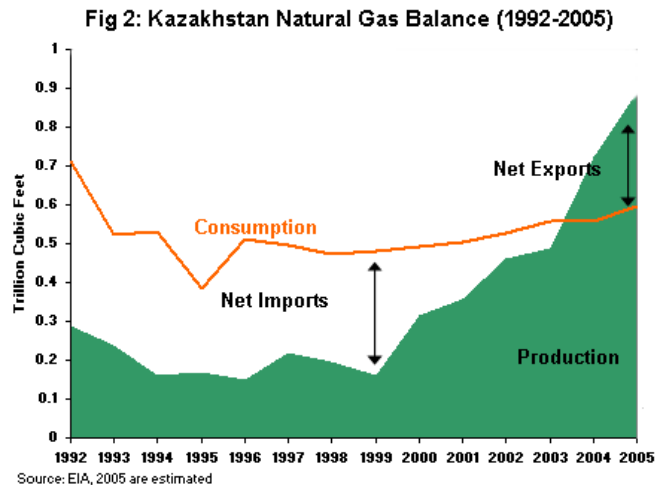
- 2300 milliards de mètre cube au Kazakhstan, soit le 15<sup>ème</sup> rang mondial
- 5000 milliards de mètre cube en Ouzbékistan, soit le 9<sup>ème</sup> rang mondial

De plus, les caractéristiques géologiques très favorables permettent d’espérer y découvrir des nouvelles réserves, pouvant s’élever à plusieurs milliards de mètre cube.

### Des indépendances énergétiques très récentes

Malgré ces réserves immenses, l’indépendance de l’Ouzbékistan a été atteinte uniquement en 1997 grâce à un nouveau complexe gazier à Schurtan.

Quant au Kazakhstan la balance commerciale liée au gaz naturel date seulement de 2003. Depuis, une augmentation de 15% des exportations permet un excédent commercial d’environ 2,5 milliards de mètre cube par an.



**Figure 7.12 : Balance gaz naturel au Kazakhstan**

C'est dire tout le potentiel que peut offrir la production du gaz dans ces pays, si elle était développée convenablement.

### Localisation des gisements (voir carte en annexe)

Pour le Kazakhstan, les principaux gisements se situent au nord-ouest du pays, et entre la mer Caspienne et la mer d'Aral. Les plus connus sont ceux d'Ouzen, exploité par la société Mangistaumounaigaz (groupe kazakhstanais BSB) et de Karachaganak, exploité par un consortium, KIO, composé de British Gaz, Agip, Chevron Texaco et Lukoil.

En Ouzbékistan, le principal est celui de Tachkent à l'Est du pays.

### Contraintes et obstacles

- L'enclavement géographique de ces pays les conduit à dépendre totalement des états frontaliers pour l'évacuation du gaz
- Grande disparité entre les lieux de production et les lieux de besoins internes, ce qui conduit à des besoins d'importations pour leurs consommations
- Vieillesse et grande carence des moyens d'évacuations du gaz

### Développement et devenir

Potentiel énorme mais qui nécessitent des investissements conséquents et judicieux

- Exploration et développement de nouveaux gisements, ces pays l'ont compris et commencent à multiplier signatures de contrats avec des consortiums composé des leaders mondiaux
- Inclusion d'entreprises nationales dans les consortiums pour les développer et augmenter l'autonomie des deux pays
- Diversification et développement des voies d'évacuations du gaz pour l'exportation. Exporter le gaz vers des marchés solvables. Pour cela, profiter des besoins grandissants et énormes de la Chine. Par exemple, un gazoduc est à l'étude entre le Kazakhstan et la Chine.



**Figure 7.13 : Projets de gazoducs**

- Développement des réseaux de distribution à l'intérieur même de ces pays. Relier les points de production vers les centres économiques. Des programmes sont déjà lancés dans ce sens avec Gazprom, Kazmonaigaz et plusieurs banques internationales.

Il faut enfin noter que plusieurs pays d'Asie centrale, le Bélarus, le Kazakhstan, le Kirghistan, la Russie, le Tadjikistan et l'Ouzbekistan ont signé un accord pour la création de la Communauté Economique Eurasiatique (CEEAA). En clair, c'est la formation de l'OPEP du gaz, qui doit laisser entrevoir de nouvelles ambitions pour tenter de devenir un pôle énergétique dominant et endiguer l'influence de l'OTAN et de l'UE dans la région.

## LE CHARBON

### Au Kazakhstan

#### *Réserves et production*

Le Kazakhstan fait parti des principaux pays détenteurs de réserves de charbon dans le monde. Avec 34,5 milliards de tonnes, il se situe au 8<sup>ème</sup> rang mondial.

Avec 96 millions de tonnes, il se situe au 10<sup>ème</sup> rang mondial en terme de production de charbon.

25 millions de tonnes sont ainsi exportées chaque année.

Les réserves se situent principalement dans le nord du pays (dans les bassins de Karagandascher et de Ekibastuzer). A savoir que la plupart des mines de charbon appartiennent à une filiale locale de l'entreprise américaine Access industrie.

#### *Source principale d'énergie du pays*

La consommation du pays s'élève à 73 millions de tonnes.

Le charbon est ainsi la source principale d'énergie du pays en couvrant 78 % de la production électrique, 67 % des besoins énergétiques des ménages et 60 % des exportations.

Les exportations se font principalement vers la Russie, qui possède plusieurs centrales électriques dépendant du charbon Kazakh.

### *Développement*

Le charbon est à l'heure actuelle la ressource énergétique principale du Kazakhstan. Ses grandes réserves peuvent lui permettre de jouer un rôle important pendant de nombreuses années encore.

Les capacités de développement de cette ressource sont grandes et le pays peut tout à fait en profiter pour en faire une source de profit importante.

Pour cela, il faut développer et ouvrir de nouvelles mines de charbon, même si cela ne s'inscrit pas dans une démarche très écologique pour le pays.

## **En Ouzbékistan**

### *Réserves et production*

Les réserves de charbon en Ouzbékistan sont bien moins importantes qu'au Kazakhstan, mais ne sont pas négligeables du tout. Elles s'élèvent à 4 milliards de tonnes.

Cependant, la production est bien faible avec 2,57 millions de tonnes et est presque entièrement englouti par la consommation qui représente 2,09 millions de tonnes.

### *Développement*

Le charbon est actuellement utilisé en Ouzbékistan pour sa production d'électricité principalement. Les perspectives de cette ressource existent, mais ne sont pas très élevées.

Les bénéfices de son développement ne permettront pas d'en tirer du cash mais doit accompagner la croissance du pays.

## **L'EOLIEN**

### **Introduction :**

Deux types d'énergie éolienne est possible : l'énergie mécanique et électrique. Nous parlerons ici de l'énergie électrique. L'avantage de cette énergie c'est que, sous certaines conditions, elle peut être installée rapidement, à des coûts relativement faibles et offre une énergie électrique aux installations éloignée et reculée au réseau électrique éventuellement existant. Ce qui autrefois ce type d'installation ne concernant que des besoins domestiques, non appliqués à l'industrie, grâce à la technologie aujourd'hui des aérogénérateurs de plus de 1 [MW]. Reste il est vrai le problème de puissances générées et il est vrai un certain impact sur l'environnement. En effet comparé aux autres types de ressources énergétique l'éolien est du type : un aérogénérateur : de quelques kilowatts jusqu'à environ 1 MW (Record : 6MW ; éolienne E112 de la société allemande Enercon). Les éoliennes seront de deux types : celles utilisées pour couvrir les besoins énergétiques des habitants et des infrastructures isolées. Nous élaborerons ainsi des idées en site isolé et des éoliennes fournissant une puissance

légère, telles que pour fournir de l'énergie autour de la mer d'Aral dans les villages isolés, sur les nouveaux sites touristique, voire pour le pompage de l'eau dans les champs... Dans l'autre cas des éoliennes de grandes puissances seront implantées, tout comme l'énergie géothermique, afin de couvrir rapidement les besoins énergétiques des pays.

Pour se donner un ordre d'idée, parmi les plus gros producteurs en énergie éolienne on trouve en premier lieu, l'Allemagne (18 428 MW), puis suit l'Espagne (10 027 MW), les Etats-Unis (9 149 MW) et la Chine, qui compte devenir en 2007 le premier producteur d'énergie éolienne avec comme objectif de produire 20 GW en 2020, soit une augmentation de 1 GW par an []. Pour la Suisse : En 2006, notre pays compte plus de 30 installations, qui produisent ensemble quelque 14 gigawattheures (GWh) d'électricité éolienne [13].

### Potentiel

On trouve dans la région du sud-est d'Almaty, au Kazakhstan, une centrale pilote de vent de cinq-mégawatts aux portes de Jungar près de la frontière chinoise [14]. En revanche rien n'est même envisagé par l'Ouzbékistan. Ce projet vise à établir 500 mégawatts de capacité installée de puissance de vent d'ici 2030.

Actuellement, au Kazakhstan, 90% de l'électricité provient du charbon du gaz et seul 10% de l'énergie hydroélectrique. A raison, on peut se permettre de diversifier son domaine énergétique. On peut lire à ce propos : *"Kazakhstan is probably one of the most suitable countries in the world to develop wind energy [because] there's a lot of wind sources," Johnson<sup>73</sup> said. "The problem is that population density [is] relatively low and [that] Kazakhstan is rather abundant in oil and coal resources. Therefore, hydrocarbon prices are relatively low. So the challenge will be mostly as to whether or not wind energy can be financially viable. We're supporting this program to promote that financial viability by working with the government to explore mechanisms to improve that."* [14].

« Nous avons de bonnes ressources de vent dans les secteurs comme des steppes. Et selon nos spécialistes cette ressource est de grande valeur pour notre pays, » « Et dans le sud de Kazakhstan il y a beaucoup de jours ensoleillés pendant l'année. Et selon... nos spécialistes il sera très utile que notre pays développe aussi bien l'énergie solaire. Quelques fervents essaient de développer de petites stations ou équipement pour fournir l'énergie éolienne pour de petites entreprises comme des blanchisseries de restaurants [et]. Mais jusqu'ici notre gouvernement ne s'est pas inquiété des programmes développant l'énergie alternative » [14].

### Infrastructures & Installations

Le rendement énergétique (la puissance développée) des éoliennes est fonction de la vitesse du vent au cube. Ainsi les éoliennes actuellement commercialisées ont besoin d'un vent dans la gamme de 11 à 90 km/h (3 à 25 m/s) [2]. Les futures éoliennes, dont les premiers prototypes sont mis en service courant 2006, acceptent des vents de moins de 4 à plus de 200 km/h (1 à 60 m/s)[]. Comme l'énergie solaire et d'autres énergies renouvelables, l'éolien a besoin soit d'une énergie d'appoint pour les périodes moins ventées, soit de moyens de stockage de l'énergie produite (batteries, stockage hydraulique ou plus récemment, hydrogène).

---

73 Gordon Johnson, un fonctionnaire de l'UNDP au Kazakhstan. (UNDP = the United Nations Development Program (UNDP))

Concernant le stockage de l'énergie, une piste est l'électrolyse de l'eau et la production d'hydrogène, qui peut être stocké avant d'être reconverti en énergie selon les besoins au moyen d'une pile à combustible, produisant de l'électricité et de la chaleur. Le rendement global de ce cycle de production d'énergie est encore trop faible à l'heure actuelle pour rendre intéressant le stockage d'énergie par l'hydrogène. Les technologies liées à l'hydrogène nécessitent des progrès, principalement de coût de fabrication et de maintenance, avant de pouvoir passer à un stade industriel. Les premières piles à combustible raccordées sur des réseaux de distribution électrique ont été mises en service dans les années 1990.

Un site avec des vents d'environ 30 km/h de moyenne sera environ 8 fois plus productif qu'un autre site avec des vents de 15 km/h de moyenne.

Un autre critère important pour le choix du site est la constance de la vitesse et de la direction du vent, autrement dit la turbulence du vent. En effet, en règle générale, les éoliennes sont utilisables quand la vitesse du vent est supérieure à une valeur comprise entre 10 et 20 km/h, sans toutefois atteindre des valeurs excessives qui conduiraient soit à la destruction de l'éolienne, soit à des coûts de construction et de maintenance prohibitifs et direction du vent.

D'autres critères sont pris en compte pour le choix du site.

- La nature du sol : il doit être suffisamment résistant pour supporter les fondations de l'éolienne.
- L'accessibilité du site pendant le montage de l'éolienne (passage de poids lourds) doit également être assurée à des coûts raisonnables.
- La connexion au réseau électrique doit être peu coûteuse. Pour cela, les petites fermes d'éoliennes sont le plus souvent situées à proximité d'une ligne électrique afin de diminuer le coût de raccordement qui est directement fonction de la distance. Pour les grosses fermes éoliennes, le réseau doit être en mesure de supporter l'énergie produite, et son renforcement est parfois nécessaire. Le raccordement est encore plus coûteux pour les éoliennes offshore, c'est pourquoi les éoliennes sont placées à proximité des côtes.
- Les éoliennes peuvent avoir un impact sur les oiseaux (collision, dégradation de l'habitat...). Aussi, Birdlife International a fait un certain nombre de recommandations au Conseil de l'Europe à ce sujet 4: les réserves naturelles, les routes migratoires importantes (cols), etc. sont des lieux à éviter pour la sauvegarde des oiseaux.
- Même si les éoliennes de dernière génération sont relativement silencieuses, une étude de l'impact sonore sur les habitations est effectuée avant l'implantation des parcs éoliens. En fonction du résultat, cette implantation peut être modifiée afin de respecter la réglementation (émergence maximale de 5 dB(A) le jour et 3 dB(A) la nuit<sup>5</sup>). La distance entre les éoliennes et les habitations est généralement de 300 m. À environ 500 m, elles sont inaudibles ou très peu audibles et leur bruit est généralement couvert par le bruit du vent.

## Acteurs

En 2004, les parts de marché mondiales des principaux fabricants d'éoliennes sont les suivantes :

1. le danois Vestas avec 34,1 %,
2. l'espagnol Gamesa avec 18,1 %
3. l'allemand Enercon avec 15,8 %
4. l'américain GE Wind avec 11,3 %.

Les principaux fabricants d'éoliennes construisent des machines d'une puissance d'environ 1 MW à 5 MW. Il existe de très nombreux autres fabricants d'éoliennes, parfois de plus petite dimension pour des applications individuelles ou spécialisées. Les principaux pays originaires du développement d'énergie éolienne sont : le Danemark et l'Allemagne, pays qui ont investi dans ce secteur de manière très volontariste.

### **Impacts sur l'environnement**

Les inconvénients sont fort bien expliqués par [2].

- l'encombrement spatial est important, il correspond à une sphère d'un diamètre égal à celui de l'hélice, reposant sur un cylindre de même diamètre. Un mât de hauteur importante est nécessaire pour capter un vent le plus fort possible.
- le vent doit être le plus régulier possible, et donc interdit des implantations en milieu urbain ou dans un relief très accidenté.
- une pale de 40 mètres qui décrirait une rotation par seconde verrait son extrémité avancer à une vitesse de 250 m/s, soit environ 900 km/h. C'est la raison qui explique le bruit aérodynamique des pâles et une des raisons de la mise en arrêt des éoliennes par vent fort.
- la production énergétique dépend directement de la force du vent, indépendamment des besoins, il faut donc prendre en compte l'évolution journalière ou saisonnière de la courbe de charge, voire le stockage de l'énergie produite.

### **Dix bonnes raisons de choisir l'énergie éolienne selon [13] :**

#### *1. Une énergie dynamisante*

*Les éoliennes sont le symbole du dynamisme et de l'esprit novateur d'une région. Elles contribuent à en vivifier l'économie et, pour qui le souhaite, d'en augmenter l'attrait touristique.*

#### *2. Une énergie propre, renouvelable et indigène*

*L'énergie éolienne est renouvelable, indigène et ne rejette ni CO<sub>2</sub> ni déchets toxiques. Elle s'inscrit donc idéalement dans la perspective d'une politique du développement durable en Suisse.*

#### *3. Une énergie de diversification*



*Selon les objectifs du programme SuisseEnergie, les besoins de 15 000 à 30 000 ménages devraient être couverts par l'énergie éolienne d'ici 2010. Le recours à l'éolien contribue à diversifier les sources et à réduire la dépendance vis-à-vis des énergies non renouvelables.*

#### *4. Une énergie pleine de perspectives*

*Nouveau domaine de recherche pour les écoles techniques, secteur créateur d'emplois: l'énergie éolienne est résolument tournée vers l'avenir.*

#### *5. Une énergie profitable*

*Entre 1980 et 2000, le prix de revient de l'énergie éolienne a baissé de 80%. En Suisse, il oscille actuellement entre 15 et 20 ct./kWh. Il est d'ores et déjà plus rentable de produire de l'électricité d'origine éolienne que d'investir dans de nouvelles centrales fonctionnant avec d'autres technologies.*

#### *6. Une énergie «tout bénéfique» pour la région*

*Trente à quarante pour-cent des coûts liés aux travaux de réalisation du site sont investis auprès d'entreprises régionales (génie civil, infrastructures électriques, ingénierie, exploitation et maintenance des éoliennes...).*

#### *7. Une énergie avantageuse*

*L'implantation d'éoliennes permet au propriétaire d'obtenir un revenu accessoire dans le cadre d'un contrat de mise à disposition de son terrain. Par ailleurs, l'emprise au sol des éoliennes étant très faible, le terrain reste disponible pour d'autres exploitations.*

#### *8. Une énergie discrète*

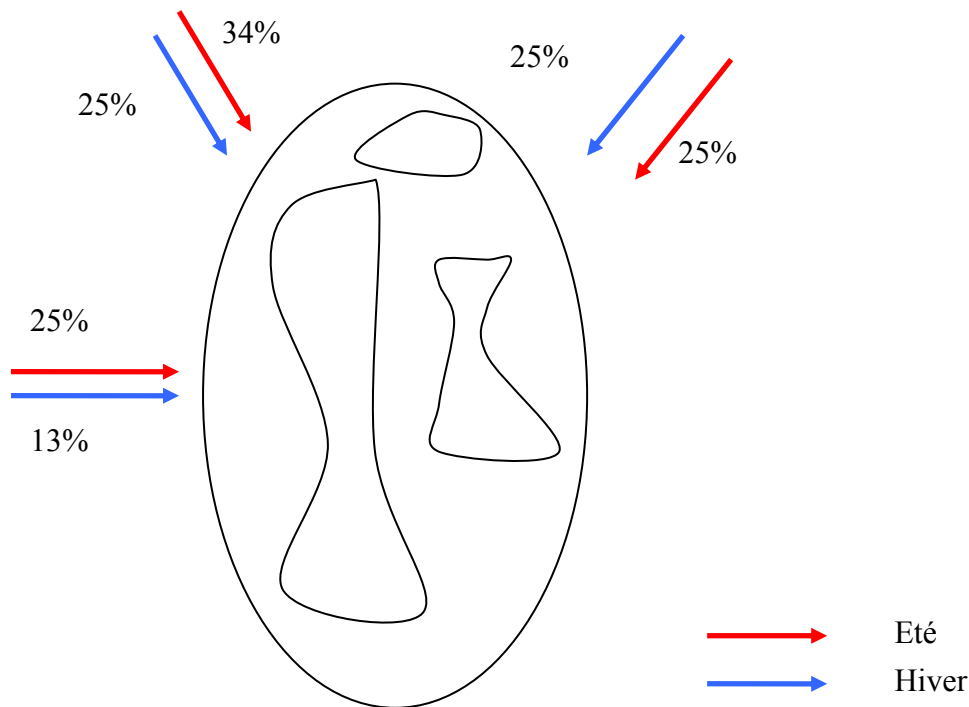
*Le renouvellement d'un parc n'occasionne pas de frais de démantèlement, puisque celui-ci est compris dans les coûts d'installation. La durée de vie des éoliennes étant de 20 à 25 ans, leur impact visuel sur le paysage est limité dans le temps. Et l'installation ne laisse ni trace, ni déchet. Discrétion absolue!*

#### *9. Une énergie rentable*

*Au cours des années de son exploitation, une éolienne produit 40 à 85 fois plus d'énergie qu'il n'en faut pour la construire et la démanteler.*

#### *10. Une énergie plébiscitée*

*Comme le montre un récent sondage, l'énergie éolienne jouit du soutien d'une très grande majorité de la population: 89% des personnes interrogées sont convaincues des avantages de cette source de courant vert et 73% accepteraient une éolienne à proximité de leur domicile.*

**Exploitation et production****Figure 7.14 :** Carte des vents autour de la mer d'Aral

On trouve 3 vents dominants sur la région de la mer d'Aral. Le vent d'Ouest, du Nord et du Nord-Ouest, et du Nord-Est. Le problème réside dans des vents qui, en période de janvier à avril, se transforment en cyclones. De plus le transport de sable a tendance à user des éléments tels que les fils de cuivre du télégraphe qui longeait la voie du Transcaspien Sud. On peut tout de même compter, à l'échelle nationale, sur des vents réguliers du Nord et de l'Ouest.

On propose donc deux type d'éolienne qui fonctionneraient bien pour une utilisation soit locale, soit dans un objectif de parc éolien qui serait disposé dans ces grands plateau désertique.

La Vestas V80 [2MW]

La Vestas V52-850 kW

La 3.6 MW Série Wind Turbine de GE Wind

Soit en Ouzbékistan : 3 parcs à 150 éoliennes d'une puissance (théorique) de 3.6 [MW] dans le but d'appuyer les infrastructures minières et urbaines, et environ 300 éoliennes au bord de l'Amur d'arya réparties le long des cultures et des zones d'irrigation. Au Kazakhstan, 7 parcs de 150 éoliennes (3.6 MW), qui permet d'augmenter la part énergétique des infrastructures minières et pétrolière, plus un parc de 200 éoliennes (100 de 3.6 MW et 100 de 2 MW)

uniquement pour les infrastructures pétrolières et gazières de l'Ouest du pays, avec encore 300 éoliennes (3.6 MW) le long du Syr darya pour les cultures et le pompage des eaux.

Nous envisageons donc une augmentation énergétique respective de 23.65 [TWh/an] : pour l'Ouzbékistan et 38.02 [TWh/an] pour le Kazakhstan. Sachant que la puissance n'est pas complètement utilisée, nous pensons qu'elles apporteront environ le 40% de l'énergie potentielle théorique. Soit 9.46 [TWh/an] pour l'Ouzbékistan et 15.21 [TWh/an] pour le Kazakhstan. Les lieux ont été choisis afin de compléter les réseaux déjà existant, ainsi que les zones gourmandes en énergie. Cette option demanderait un investissement total d'environ 1.8 mia \$US sur les 20 ans et pour les deux pays, en prenant en compte un intérêt sur le taux d'actualisation de 7%. Ces valeurs sont basées sur l'hypothèse que les coûts d'achat d'une éolienne est d'environ 600'000 \$US, les coûts d'installations environ 2.5% (il est évident que cela dépend de la nature du terrain, la distance des routes, des installations pour le chantier... Nous ne sommes pas dans ce cas raison pour laquelle ce coût reste encore faible), les coûts de transport et les coûts d'entretien ne s'élève pas plus de 3% du prix d'achat [basé selon article de [15]]. Nous pensons finalement que cette somme peut aisément se répartir entre la banque mondial et différents investisseurs étrangers et locaux (p.ex. une répartition de 50% BM, 25% étrangers et 25% locaux (12.5% et 12.5% pour chaque pays)).

## Sources

- [1] AIEA ou/et AIEN
- [2] Système énergétique Haldi
- [3] « Mineral resources », chapter 9,
- [4] AREVA
- [5] [www.Asie-Centrale.com](http://www.Asie-Centrale.com)
- [6] Source : Mape Monde, 60, 2000,4 « centrale nucléaire et uranium dans le monde » Roger Brunet.
- [7] <http://www.kazatomprom.kz/>
- [8] Wikipedia
- [9] François-Poncet J., François P., Minetti L., Barraux B., Bécot M., Boyer J., Braun G., Courteau R., Fatous L., « Mission effectuée au Kazakhstan, en Ouzbékistan et au Turkménistan », Rapport d'information 412 (97-98), Commission des affaires économiques.
- [10] <http://www.nti.org/>
- [11] Maribeth Hunt & Kenji Murakami ,« Renforcer les garanties nucléaire au Kazakhstan », IAEA bulletin 46/2, mars 2005.
- [13] [www.bfe.admin.ch](http://www.bfe.admin.ch)
- [14] <http://www.rferl.org/>
- [15] [www.winpower.org](http://www.winpower.org)

## La géothermie

La Terre dispose de bon nombre de ressources permettant à l'homme d'évoluer. Les phénomènes thermiques sont, pour beaucoup de scientifiques, l'énergie de demain. La géothermie est une énergie renouvelable et non polluante. De plus, les seules limites de cette ressource sont la technologie et les connaissances de l'homme. Comparativement à l'énergie

solaire et au éolienne, cet énergie ne dépend pas des conditions atmosphériques d'où un fonctionnement en continu possible des installations.

Actuellement, la géothermie est utilisé comme source de chaleur (ex : chauffage individuel) ou pour la production d'électricité.

### **Principe de la géothermie**

*Il existe un flux géothermique naturel à la surface du globe [...]. En réalité on exploite la chaleur accumulée, stockée dans certaines parties du sous-sol.*

*(Source : <http://fr.wikipedia.org>)*

Un gradient thermique subsiste à la surface de la terre ; il en résulte des températures différentes pour des forages de même profondeur. L'énergie nucléaire naturelle fournit la majeure partie de la chaleur de la Terre. Cependant on distingue plusieurs types de géothermie. Les plus connus sont la géothermie de basse température (ex : chauffage urbain) et de très basse température (ex : chauffage individuel). Ces deux catégories nécessite respectivement des températures variant de 30 à 100°C et de 10 à 30°C. La production d'électricité fait intervenir une troisième sorte de géothermie dite « privilégiée ».

### **La géothermie privilégiée**

Pour la basse et très basse température, l'implantation d'installation est possible sur la majeure partie du territoire. Or la géothermie privilégiée, appelée aussi de haute température ou de haute enthalpie, dépend du sol à des profondeur variant entre 1500 et 5000 mètres. La température minimum nécessaire à l'exploitation de cette ressource s'élève à 80°C. Il faut savoir que la température augmente environ de 20 à 30 degrés tous les kilomètres. Afin d'exploiter cette énergie a moindre coût, il est important de trouver près de la mer d'Aral des zones d'anomalies de température. Ces zones proche de volcans peuvent atteindre de grande température à des profondeurs faibles. *Elles sont désignées comme des gisements de haute enthalpie, et utilisées pour fournir de l'énergie, la température élevée du gisement (entre 80 et 300°C) permettant la production d'électricité. La géothermie haute température connaît un renouveau important, notamment parce que la protection contre la corrosion et les techniques de forages se sont fortement améliorées.* (Source : Wikipedia)

### **Géothermie de basse température**

Pour des forages de 1500 à 2500 mètres avec des températures entre 30 et 100°C, la géothermie de basse température est utilisée pour le chauffage collectif. Les nappes, l'eau souterraine permettent de transférer des calories vers des locaux (échangeurs thermiques). Cette technique peut servir de chauffage comme de climatiseur ; point positif pour une région comme la mère d'Aral où les écarts de températures sont importants entre les saisons.

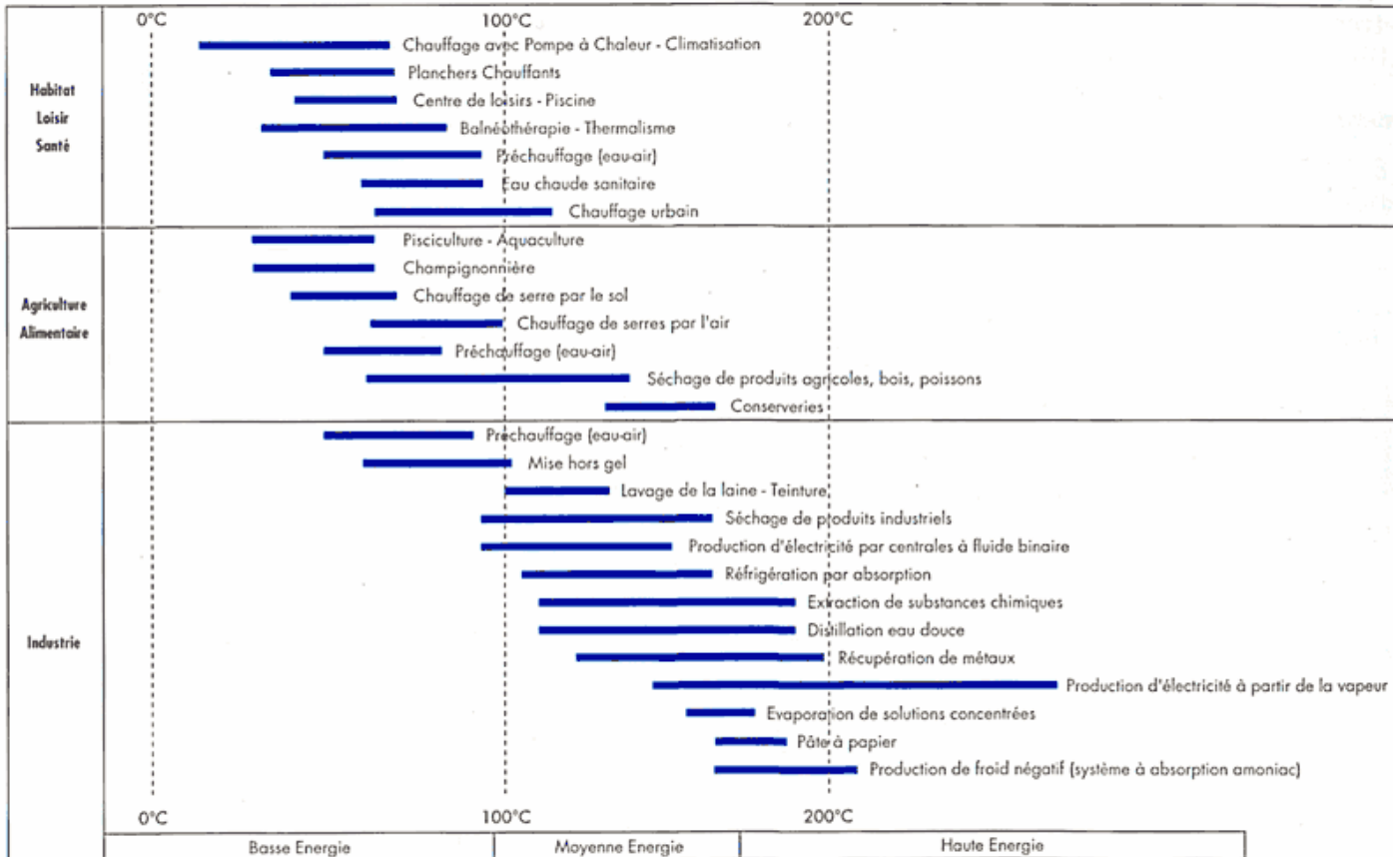
Géothermie très basse température :

Aux niveaux des températures, l'ordre de grandeur est de 10 à 30°C. La chaleur résulte des échanges thermiques entre le sol et son environnement tel que le soleil, l'eau de pluie. Les maisons individuelles sont les principales cibles de ce type de géothermie.

Remarque : Des installations particulières produisent de l'électricité et de la chaleur, on parle alors de cogénération. La production de froid peut aussi être réalisée mais avec la trigénération.

**Utilisations de la géothermie en fonction de la température**

**Principales utilisations de la géothermie en fonction de la température**  
(d'après B. Lindal, modifié)



**Figure 7.15 :** Principales utilisations de la géothermie en fonction de la température

En fonction des besoins, le graphique ci-dessus résume les différentes utilisations possibles au niveau de la géothermie en fonction de la température. Il faut toute fois garder à l'esprit que la température dépend de la profondeur de forage.

## Marché Européen

Dans le tableau ci-dessous, nous avons la puissance installée (géothermie) et la part qu'elle représente dans la production électrique nationale :

Pays	Puissance kWh	Pourcentage de la production nationale
Allemagne	18700	18.9%
Italie	12000	15%
Espagne	5600	9.7%
France	5000	4%

Source : BRGM

**Tableau 7.16 :** Puissance éolienne installée dans divers pays d'Europe

Une question se pose à savoir qu'est ce qui limite le développement de cette énergie pour la production d'électricité. Avec des délais variant entre 12 et 30 mois, une centrale géothermique est délicate à construire en grande partie à cause des forages. Pour trois forages réalisés, seul deux seront productifs.

## Comparaison des différents types de source d'énergie

Le ministère de l'économie en France a poursuivi une étude visant à évaluer le coût de production d'électricité à l'horizon 2015. *Cette étude tient compte d'un taux d'actualisation de 8% des dépenses d'ici 2015, des charges d'investissement et des coûts liés à la production de CO<sub>2</sub> (source : BRGM)*

Source	Prix au kWh (centimes d'Euro)
Nucléaire	3
Gaz	4
Eolienne	4
Charbon	4.5
Géothermie	8

**Tableau 7.17:** Prix de vente des différentes sources d'énergie

Sachant que les pays concernés ont la possibilité de développer l'énergie nucléaire, il apparaît évident que la production d'électricité doit se faire en grande partie grâce à l'uranium. Cependant si nous devons classer ces sources en fonction du développement durable, la géothermie serait au premier rang.

## Exemple

Illustrons ces différences de prix en prenant l'exemple d'une famille de 4 personnes vivant des 100m<sup>2</sup>. D'après plusieurs associations de consommateur, cette famille a besoin pour 1 an de 4000kWh en besoin électrique et de 8500 kWh pour le chauffage.

Source	Coût électricité /an (Euros)
Nucléaire	120
Gaz	160
Eolienne	160
Charbon	180
Géothermie	320

**Tableau 7.18:** Coût électricité / an des différentes énergies

La puissance nécessaire pour le chauffage s'éleve à 66% de la puissance total. Des installations particulières peuvent diminuer la facture. Un logiciel online compare les coûts des principaux modes de chauffages. *Ce logiciel détermine le coût total, c'est-à-dire le coût de l'énergie plus les frais fixe.* (Source : [http://p.rozet.free.fr/Pages\\_fr/comparatif-couts-chauffages.php#](http://p.rozet.free.fr/Pages_fr/comparatif-couts-chauffages.php#))

Type de chauffage	Rend global	Energie conso	Prix Kwh	Frais fixes	Prix total
Chaudière au bois	0.71	11971.831	0.033	137.2	532.27
Chaudière au fioul	0.81	10493.827	0.077	198.18	1006.2
Chaudière au gaz naturel	0.81	10493.827	0.036	252	629.78
Chaudière au gaz propane	0.81	10493.827	0.075	137.2	924.24
Chaudière gaz à condensation sur planché chauffant	0.95	8947.368	0.03	252	520.42
Cheminée ouverte avec récupérateur	0.25	34000	0.03	76.22	1096.22
Convecteur électrique (double tarif)	0.89	9550.562	0.09	203.98	1063.53
Convecteur électrique (simple tarif)	0.89	9550.562	0.1057	107.32	1116.81
Insert bois	0.6	14166.667	0.03	76.22	501.22
Panneaux radiants électriques (double tarif)	0.91	9340.659	0.09	203.98	1044.64
Planché chauffant électrique (double tarif)	0.94	9042.553	0.09	203.98	1017.81
Pompe à chaleur air/air	2.23	3811.659	0.09	291.03	634.08
Pompe à chaleur eau/eau	3.19	2664.577	0.09	291.03	530.84

**Figure7.19 :** Rendement, consommation et coûts des différentes énergies de chauffage

Suite à ce tableau, le choix se portera sur un insert à bois, chaudière à bois ou une pompe à chaleur. Cependant si nous regardons le rendement, il est facile de se rendre compte que les pompes à chaleur optimisent l'énergie consommée.

## Résumé des avantages et inconvénients des sources d'énergie

Source	Points forts	Points faibles
Pétrole	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faibles coûts d'exploitation</li> <li>• Stockage et distribution aisée</li> <li>• Multiplicité des produits finis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coût de plus en plus élevé</li> <li>• Diminution des réserves mondiales (il reste un équivalent de 30 ans de consommation actuelle)</li> <li>• Concurrence avec d'autres sources d'énergie dans l'industrie</li> </ul>
Gaz naturel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faiblesse des dépenses d'entretien et des dispositifs antipollution</li> <li>• Haut pouvoir calorifique</li> <li>• Souplesse générale d'emploi</li> <li>• Sécurité d'approvisionnement (les ressources étant réparties sur tous les continents)</li> </ul> <p>Energie propre (sa flamme en brûlant ne dégage pas de produits sulfureux mais seulement du dioxyde de carbone et de l'eau)</p>	Transports par gazoducs très coûteux nécessitant une technologie et une organisation complexe.
Charbon	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pollution aujourd'hui bien maîtrisée (en Allemagne et aux USA, des usines de lavage de fumées limitent les émissions d'oxydes d'azote et de soufre)</li> <li>• Energie fossile la plus abondante et la mieux répartie dans le monde</li> </ul>	Prix élevé du charbon à coke
Nucléaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energie libérée plus importante que celle des autres sources</li> <li>• Façon la plus économique d'assurer la production d'électricité pour la consommation de base.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conséquences sur l'environnement (déchets)</li> <li>• Catastrophe inévitable en cas de fuite radioactive ou d'explosion</li> </ul>
Géothermie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réserve d'énergie considérable</li> <li>• Potentiel important (exploitation de la chaleur sèche des roches en faisant circuler de l'eau dans les fractures artificielles des puits profonds)</li> <li>• Energie locale et essentiellement renouvelable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Risque éventuel de dégagement d'impuretés toxiques dans l'atmosphère</li> <li>• Risque de glissements de terrain</li> <li>• Doit être utilisé près de son site de production</li> <li>• Viabilité qui dépend de la température de la source chaude, de sa profondeur et de sa distance par rapport au point de consommation si on veut l'utiliser pour l'industrie ou le chauffage</li> </ul>
vent	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Importance locale en tant que source d'électricité</li> <li>• Renouvelable</li> <li>• Non polluante</li> <li>• Facilement utilisable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coût important</li> <li>• Variations importantes des quantités fournies qui dépendent de l'intensité des vents d'où la nécessité de faire appel à d'autres sources</li> <li>• Nuisances sonores et esthétiques</li> </ul>

**Tableau 7.20:** Résumé des avantages et inconvénients des sources d'énergie



## **Investissements et investisseurs étrangers dans le secteur énergétique et minier**

Le pétrole et le gaz représentent 73 % des investissements directs étrangers et l'agro-alimentaire 8 % seulement.

L'exemple du Kazakhstan :

### **La mise en place d'un cadre juridique favorable aux investisseurs**

Ce succès de l'investissement direct étranger s'explique non seulement par la stabilité politique du pays, mais aussi par l'existence d'un cadre juridique favorable aux investisseurs, notamment la loi sur les contrats de partage de production pour les hydrocarbures.

### **La première loi sur l'investissement étranger date de décembre 1994.**

Ce cadre législatif a entraîné une vente des actifs de grandes sociétés kazakhstanaïses sous diverses formes : appels d'offres, ventes de gré à gré, contrats de gestion avec ou sans options de rachat des actions. De nombreux grands combinats ont bénéficié de ces contrats de gestion qui obligent le repreneur à élaborer un plan de restructuration aboutissant à une privatisation.

On note, dans ce domaine, l'activité soutenue de la Kazkommerzbank, qui intervient comme consultant sur les privatisations. Le poids politique de cette banque en fait un point de passage obligé pour les grands projets, tous secteurs confondus. Ainsi elle pilote la gestion de JSC KazZinc, Kazaktelecom, Air Kazakhstan, les chemins de fer, et elle est devenue le conseiller financier du holding KazatomProm en charge de l'ensemble de la filière nucléaire.

Depuis décembre 1994, 57 contrats de gestion ont été signés. Les conditions d'attribution de ces contrats, d'une durée variable (entre 3 et 5 ans), ont fait l'objet de sévères critiques, notamment parce qu'ils obligeaient les sociétés étrangères :

- à régler l'intégralité du passif de la société kazakhstanaïse dont l'endettement est généralement inconnu,
- à accroître le fonds de roulement,
- à payer un " bonus " d'entrée au gouvernement,
- et à apporter un investissement productif.

**Depuis le 28 février 1997, une nouvelle loi sur l'investissement direct est venue clarifier une situation qualifiée parfois de confuse.**

Cette loi comprend **trois points fondamentaux.**

**Elle régit tout d'abord les garanties légales nécessaires à l'investisseur étranger.** Les règles juridiques kazakhstanaïses ne prévalent pas sur le droit international. A la différence de la législation de 1994, qui empêchait une société étrangère de détenir la totalité du capital social d'une entreprise de droit local ou qui soumettait à autorisation une prise de participation majoritaire, le nouveau dispositif ne restreint plus l'actionnariat ni le rapatriement des bénéficiés et libéralise les mouvements de capitaux. L'Etat kazakhstanaïse s'engage à ne pas

créer de monopoles qui viendraient gêner les activités de l'investisseur, à respecter dans l'ensemble les grandes règles de l'économie de marché et, enfin, à adopter une législation douanière protégeant les investisseurs.

**La mise en place d'un système fiscal et juridique préférentiel**, ensuite, permet d'accorder éventuellement soit une exonération de la TVA lors de l'acquisition de biens fonciers et immobiliers pendant les 5 premières années, puis une réduction de moitié, soit un dégrèvement total ou partiel des droits douaniers à l'importation en fonction des stocks d'IDE planifiés, du projet et du degré de priorité du secteur.

**La création d'un Comité d'Etat pour les Investissements** constitue la troisième innovation. Cet organisme est chargé de garantir la sécurité des investissements, de sélectionner les investisseurs, de représenter l'Etat en étant un guichet unique et de simplifier les relations avec les investisseurs.

Les profondes modifications du droit kazakh sur l'investissement direct étranger a contribué à un afflux massif de capitaux étrangers dans les domaines énergétiques et miniers

*Tableau des investissements des sociétés étrangères*

<i>Secteur d'investissement</i>	<i>Sociétés étrangères</i>	<i>Investissements en millions de \$</i>
Nucléaire Kazakhstan	Areva Kazatamprom	Une centaine de millions de \$
Pétrole et gaz Kazakhstan	(BP Shell Mobil Total China National Petroleum Corporation) consortium KCS	Centaines de millions de \$
Pétrole et gaz Ouzbékistan	(Pétrobras China National Petroleum Corporation Lukoil ) consortium	Dizaines de millions de \$
Minerai (nickel cobalt métaux ferreux...)	Entreprises canadiennes et russes	Quelques millions de \$
Géothermie	EHDRA (European Hot Dry Rock Association) GIEI (Groupement Européen d'Interet Economique)	Dizaines de millions de \$

**Figure 7.21** : Tableau des investissements des sociétés étrangères

Remarque : EHDRA regroupe des fonds publics et privées de la Suisse, l'Angleterre, la France, l'Allemagne mais aussi la Japons et les Etats-Unis.

### 11.1.8 Paysage et tourisme

## Diagnostic de l'état actuel

### Situation démographique

#### Kazakhstan

La mer d'Aral se situe entre autre au Kazakhstan, dans la province de « Qyzylorda ». La capitale de cette région, portant le même nom, compte environ 150'000 habitants. Cette ville importante et assez peuplée se trouve néanmoins très loin de la mer d'Aral.

Autour de la mer d'Aral, les seules régions peuplées se situent au nord, au nord-est et au sud de la mer.

Au nord de celle-ci, la ville d'Aralsk avec ses 31'100 habitants est une ancienne ville portuaire qui est aujourd'hui à 100 vkm de la côte. Au nord, il existe aussi quelques autres villages comme Saksaulsky (8'400 habitants) et Aralsulfat (7'600 habitants) qui ne se sont jamais trouvés au bord de la mer. Au nord-est de la mer, on trouve encore la ville de Novokazlinsk (33'800 habitants) et le village de Kazalinsk (6'200 habitants). Ceux-ci se trouvent à environ 140-150km du bord de la mer, mais ce ne sont pas d'anciennes villes portuaires. Nous pouvons encore citer la ville de Baikonour, qui est une ville située encore plus loin au nord-est de la mer d'Aral.



Figure 7.11 : Province de « Qyzylorda »

#### Ouzbékistan

La région qui nous intéresse est le « Karakalpakstan ». Les villes de cette région se trouvent très loin au sud de la mer d'Aral, à l'exception de Muynak avec ses 12'200 habitants (en 1989). Cette ville est un ancien site portuaire qui se trouvait à l'époque au bord de mer. Aujourd'hui cette ville ne compterait plus que 2000 habitants.

Plus au sud, on trouve une ville beaucoup plus peuplée. Il s'agit de Nukus, la capitale du



Figure 7.12 : Nukus, capitale du Karakalpakstan

Karakalpakistan. Cette ville fait partie des six plus grandes villes de l'Ouzbékistan avec 300'000 habitants. De plus, à côté de Nukus, on peut encore s'intéresser aux villes d'Ourgentch et de Khiva, qui seront des villes d'une relative importance pour la suite de notre étude.

## **Problèmes de santé**

La région de la mer d'Aral souffre de plusieurs problèmes majeurs concernant notamment l'eau, les tempêtes de poussières et de sel et d'autres problèmes comme la présence de produits chimiques et d'agents biologiques. Ces problèmes affectent la population et ont comme conséquences des problèmes de santé qui peuvent être importants.

Les problèmes liés à l'eau polluée proviennent de deux natures. Premièrement, la réduction d'eau dans la mer augmente la salinité et détruit la flore et la faune maritime. On constate que l'eau potable contient quatre fois plus de sel que la limite recommandée par l'Organisation mondiale de la santé. Deuxièmement, des pesticides et des engrais s'infiltrent dans l'eau et empoisonnent l'eau potable et les aliments.

L'exposition au vent des produits chimiques et des agents biologiques provenant de l'ancien site militaire se sont déposés dans les îles de la mer d'Aral. Ils sont maintenant exposés au vent à cause du retrait de la mer et, par la suite, de l'érosion du terrain.

Il en résulte des problèmes de santé, notamment au niveau des naissances, comme par exemple des fausses couches pour les femmes enceintes, des mort-nés ou des enfants handicapés. C'est pourquoi ces pays ont un taux de mortalité infantile très élevé de 24 pour mille. De plus, 80% des femmes enceintes souffrent d'anémie. Il faut aussi signaler que des maladies rénales, des diarrhées, des affections graves, des cancers d'estomac et la tuberculose sont les conséquences fréquentes des problèmes susmentionnés.

Carte du 1<sup>er</sup> concept :

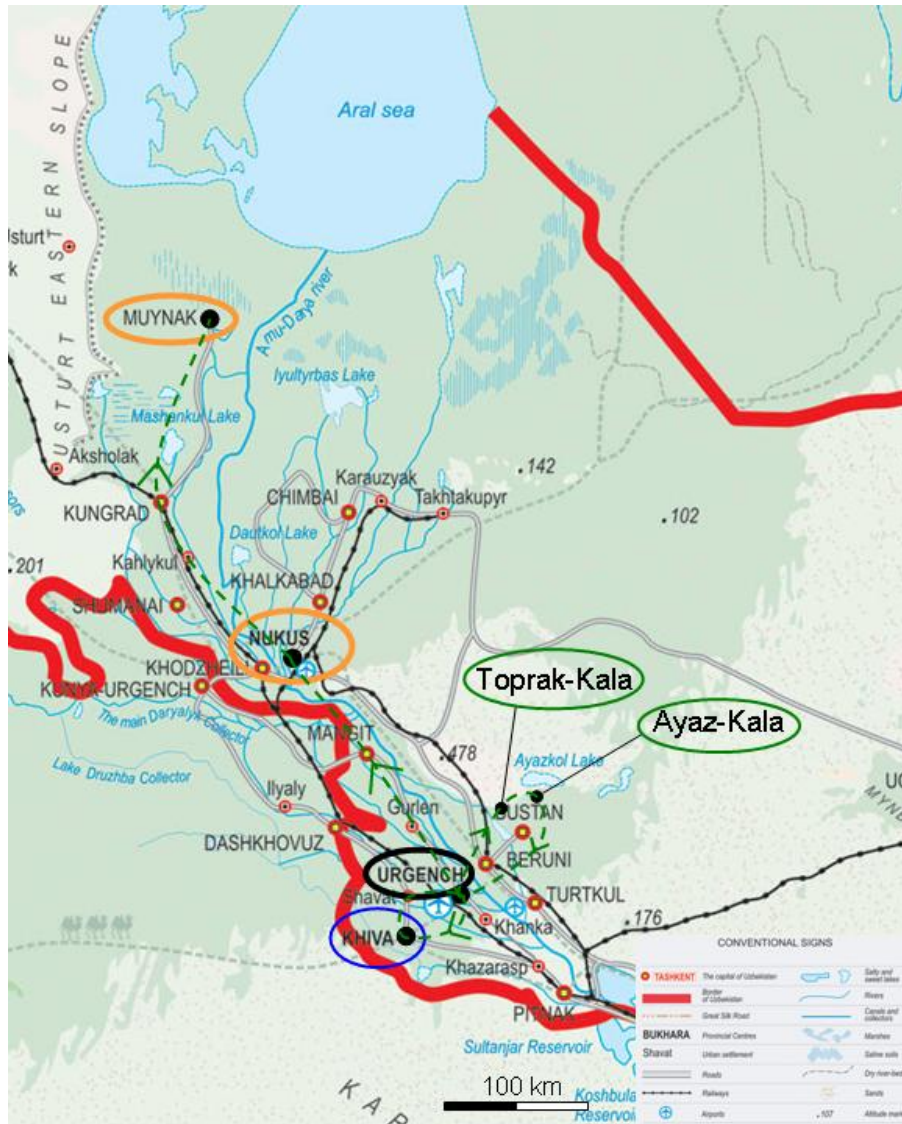


Figure 7.13 : Planning du premier concept avec comme point de départ Urgench

Carte du 2<sup>ème</sup> concept :

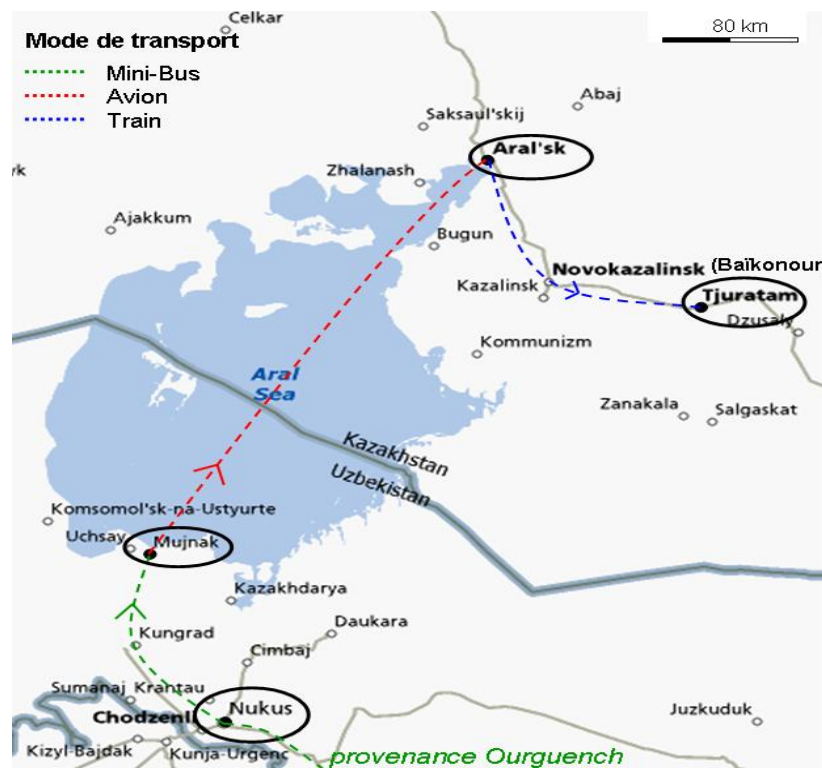


Figure 7.14 : Planning du deuxième concept. Même programme que le premier, mais extension

# A la découverte des beautés du bassin de l'Amudarya et de la mer d'Aral

## Cités antiques et richesses du monde musulman

A partir de Nukus, située à deux heures d'avion de Tachkent, découvrez un monde magique. Explorez les beautés de l'Ouzbékistan en bus depuis cette capitale du Karakalpakstan. Au sud, les cités de l'empire khorezmien notamment Khiva et Ourguentch qui fait partie du patrimoine mondial de l'UNESCO, se dévoileront à vos yeux et les mosquées, mausolées et palais vous ébahiront par leur richesse. Au nord, par contre, l'ancienne ville côtière de la mer d'Aral Muynak et son port désaffecté vous sensibilisera à la catastrophe écologique qui s'y déroule.

Chaque jour, cette envoutante contrée vous dévoilera ses charmes et l'accueil chaleureux que vous réservera la population locale chez qui vous dormirez vous laissera un souvenir impérissable de ce séjour.

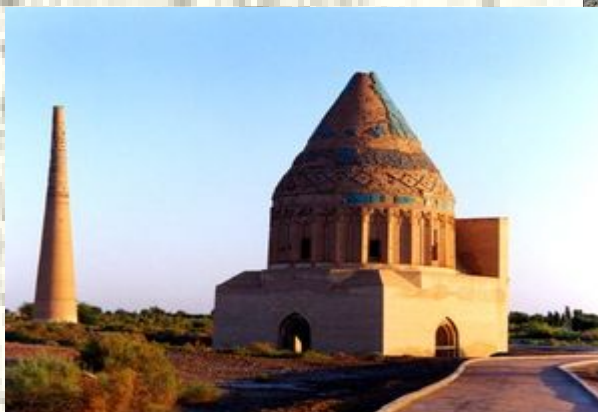
**Pays :** Ouzbékistan

**Type :** Découverte

**Transport :** Avion jusqu'à Nukus puis bus pour rejoindre les sites historiques

**Logement :** Gîtes et petits hôtels

**Durée :** 10 jours



## La mer d'Aral : entre beauté et désastre écologique

A partir de Nukus, partez à la découverte de la mer d'Aral. Un itinéraire de 7 jours vous conduira d'abord à Muynak l'ancienne ville côtière avec son port désaffecté qui vous sensibilisera au drame qui s'y déroule. Un survol en avion de la mer vous dévoilera les somptueuses couleurs de cette étendue d'eau mais également l'ampleur du retrait des flots. A l'atterrissage, la ville d'Aralsk avec ses bateaux ensablés vous présentera un cadre relativement similaire à celui de Muynak. Pour finir, le train vous amènera à Baïkonour où vous pourrez si vous le désirez visiter ce centre aérospatial russe.

Ce voyage vous sensibilisera aux catastrophes écologiques et vous ravira par l'accueil extrêmement chaleureux que vous réservera la population locale. L'hébergement dans des gîtes et la restauration chez l'habitant vous feront découvrir la culture et les coutumes locales. La découverte facultative du monde de l'espace enrichira encore plus votre séjour.

**Pays :** Ouzbékistan et Kazakhstan

**Type :** Découverte

**Transport :** Avion jusqu'à Nukus puis bus jusqu'à Muynak, avion jusqu'à Aralsk et train jusqu'à Baïkonour.

**Logement :** Gîtes chez l'habitant

**Durée :** 8 jours



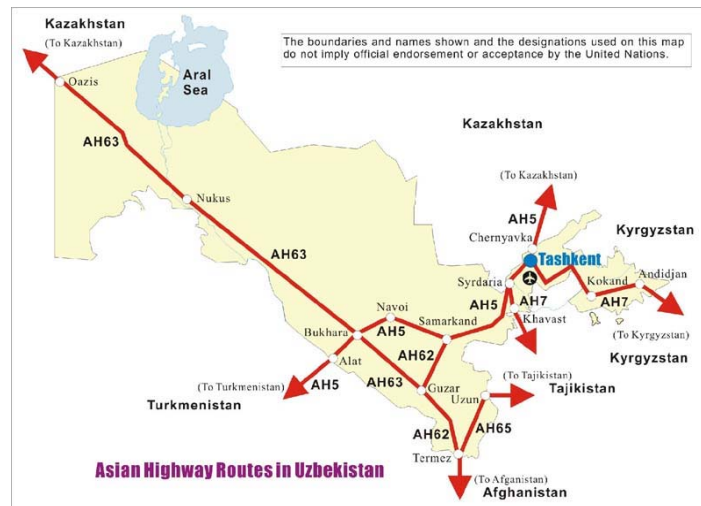


### 11.1.9 Transport et communication



**Figure 9.1 :** Le projet Asian Highway au Kazakhstan

(Source : <http://www.unescap.org/ttdw/index.asp?MenuName=AsianHighway>)



**Figure 9.2 :** Le projet Asian Highway en Ouzbékistan

(Source : <http://www.unescap.org/ttdw/index.asp?MenuName=AsianHighway>)



Figure 9.3 : Réseau ferroviaire kazakhe (Source : [www.railways.kz](http://www.railways.kz))



Figure 9.4 : Lignes aériennes en Ouzbékistan (Source : [www.uzairways.com](http://www.uzairways.com))



Figure 9.5 : Lignes aériennes au Kazakhstan (Source : [www.airastana.com](http://www.airastana.com))



Figure 9.6 : Plan proposé d'aménagement des transports routiers, ferrés et aériens



Figure 9.7 : Couverture GSM au Kazakhstan (Source : www.telecom.kz)



Figure 9.8 : Lignes fixes de télécommunication au Kazakhstan (Source : www.telecom.kz)



Figure 9.9 : Transport des ressources énergétiques dans le secteur de la Mer d'Aral

## 11.2 Bibliographie

### 11.2.1 Introduction

Chaque chapitre principal renvoie à cette bibliographie. Le numéro de chapitre correspond au dernier chiffre des titres des différentes parties de la bibliographie.

### 11.2.2 Equilibre hydrologique

#### Pour le bilan hydrologique :

- Modélisation hydrogéologique de la mer d'Aral, Simon Gascoin, 2005
- Interannual variations of the discharge of Amu Darya and Syr Darya estimated from global atmospheric precipitation ; Nikolay P. Nezhlin, Andrey G. Kostianoy, Sergey A. Lebedev ; 2004
- A dynamic model of the Aral Sea water and salt balance ; François Benduhn, Philippe Renard ; 2004
- Simulation des bilans d'eau et de sels de la mer d'Aral ; Travail de diplôme ; François Benduhn, 2001 - 2002

#### Pour le climat :

- <http://www.chanvre-info.ch/info/fr/Ecologie-Le-desastre-ecologique-de.html>
- <http://fr.wikipedia.org/wiki>
- <http://www.diploweb.com/asia/allouche1.htm>
- <http://www.delaplanete.org>, « L'état de la planète, Le drame de la mer d'Aral »
- <http://water.freenet.uz/>
- <http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosclim/rechfran/4theme/paleo/impactectoplaqu.html>
- <http://www.fao.org/ag/FR/magazine/9809/spot2.htm>
- <http://www.fao.org/docrep/W5183F/W5183F00.htm>  
Chapitre 2 : Les effets des changements dans le cycle hydrologique mondial sur la disponibilité des ressources en eau, 1997

#### Pour le détournement de l'Ob

- <http://membres.lycos.fr/classe6tr/nicolas/asia.htm>
  - [http://www.russie.tv/article.php3?id\\_article=1350](http://www.russie.tv/article.php3?id_article=1350)
  - <http://www.newscientist.com/article.ns?id=dn4637>
  - <http://www.ecoworld.com/home/articles2.cfm?tid=354>
  - <http://fr.wikipedia.org/wiki/Ob>
- Eric Weber
- Livre "Aral". [R. Létolle & M. Mainguet 1993](#)

**Pour les puits :**

- <http://fr.wikipedia.org/wiki/Pamir>
- « Bilan et modélisation hydro », Prof. Ph. Renard

**Pour la désalinisation :**

- <http://perso.orange.fr/energies-nouvelles-entreprises/ch12-10.htm>
- <http://www.lenntech.com/fran%E7ais/desalination.htm>
- <http://www.pca-gmbh.com/appli/desalfr.htm>
- <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=16763902>
- <http://fr.wikipedia.org/wiki/Distillation>
- <http://culturesciences.chimie.ens.fr/dossiers-chimie-societe-article-DessalementEauMer.html>
- <http://www.franceisrael.info/articles.php?id=320&rub=7>
- <http://mshades.free.fr/isentropiques/dessalement.html>

**11.2.3 Pêche et biosphère aquatique****Articles scientifiques**

N.V. Aladin et al., «Changes in the structure and function of biological communities in the Aral Sea, with particular reference to the northern part (Small Aral Sea), 1985–1994: A review», International Journal of Salt Lake Research, 1998.

N. Aladin et al., «Modern hydro-biological state of the Small Aral sea», Environmetrics, 2005.

Anonymus, «The new dam (Kokaral dam) between South and North Aral basins», April 2005 (<http://www.cig.ensmp.fr/~hydro/aral/Kokaral.pdf>; [état: 22.01.07]).

Ilan Greenberg, «A vanished sea reclaims its form in Central Asia», 7. Avril 2006, (<http://www.iht.com/articles/2006/04/05/news/sea.php>; [état: 22.01.07]).

Bakhtiyor Karimov et al., «The problems of fishermen in the southern Aral sea region», 2005.

V. M. Lelevkin, “State of Environment of the Aral Sea Basin”, 2000, (<http://enrin.grida.no/aral/aralsea/index.htm>; [état: 22.01.07]).

L. P. Pavlovskaya, «Fishery in the lower Amu-Darya under the impact of irrigated agriculture», FAO Fisheries Circulars, 1995, (<http://www.fao.org/docrep/V9529E/v9529E04.htm>; [Etat : 22 janvier 2007]).

Martin Seidl, « la Dombes », h<sub>2</sub>O magazine, juillet 2002 ([http://www.h2o.net/magazine/dossiers/infrastructures/nature/la\\_dombes/francais/article\\_0.htm](http://www.h2o.net/magazine/dossiers/infrastructures/nature/la_dombes/francais/article_0.htm); [Etat : 22 janvier 2007]).

W. Sutton, S. Diffey et T. Petr, « Innovations in fisheries management for Kazakhstan », World Bank Technical Paper, 2005 (<http://www-wds.worldbank.org>; [Etat : 22 janvier 2007])

Iliya Zholdasova, "Sturgeons and the Aral Sea ecological catastrophe", Environmental Biology of Fishes, 1997.

### Film

Thalassa sur la mer d'Aral, France 3, vendredi 4 juin 2004 à 20h50

### Livres

M. H. Glantz et al., « Creeping Environmental Problems and Sustainable Development in the Aral Sea Basin », Cambridge University Press, 1999.

René Létolle, Monique Mainguet; übersetzt von Matthias Reichmuth, Der Aralsee : eine ökologische Katastrophe, Springer, 1996.

## 11.2.4 Santé et environnement

[http://www-wds.worldbank.org/servlet/WDSContentServer/WDSP/IB/2002/09/13/000094946\\_02082404015644/Rendered/INDEX/multi0page.txt](http://www-wds.worldbank.org/servlet/WDSContentServer/WDSP/IB/2002/09/13/000094946_02082404015644/Rendered/INDEX/multi0page.txt)

<http://www.who.dk/document/e67903.pdf>

[http://enrin.grida.no/aral/main\\_e.htm](http://enrin.grida.no/aral/main_e.htm)

<http://www.inrp.fr/biotic/environ/polutair/accueil.htm>

<http://www.iaea.org/OurWork/index.html>

<http://www.nws.noaa.gov/om/brochures/duststrm.htm>

<http://www.enrin.grida.no/aral/aralsea/english/arsea/arsea.htm#8>

[http://www-wds.worldbank.org/servlet/WDSContentServer/WDSP/IB/2002/09/13/000094946\\_02082404015644/Rendered/INDEX/multi0page.txt](http://www-wds.worldbank.org/servlet/WDSContentServer/WDSP/IB/2002/09/13/000094946_02082404015644/Rendered/INDEX/multi0page.txt)

<http://www.who.dk/document/e67903.pdf>

[http://enrin.grida.no/aral/main\\_e.htm](http://enrin.grida.no/aral/main_e.htm)

European Observatory on Health Care Systems, Health Care System in Transition: Uzbekistan, 2001, Written by Farkhad A. Ilkhamov and Elke Jakubowski, Edited by Steve Hajioff, p 55f

Wikipédia

<http://www.unece.org/env/epr/studies/uzbekistan/chapter12.pdf>

<http://enrin.grida.no/aral/aralsea/english/water/waterss.htm>

<http://www.oieau.fr/ciedd/contributions/at2/contribution/sokolov.htm>

<http://cns.miis.edu/pubs/dc/briefs/011802.htm>

Food & agriculture organization in the united states [www.fao.org](http://www.fao.org)

Master of science thesis "health problems and water supply in Southern Aral Sea area (Stockholm 2006).

Human health and environment:

<http://www.unece.org/env/epr/studies/uzbekistan/chapter12.pdf>

"State of Environment of the Aral Sea Basin"

Regional report of the Central Asian States' 2000

<http://www.emagazine.com>

E.J. Crighton, S.J. Elliot, J. van der Meer, Ian Small, Ross Upshur : *Impacts of an environmental disaster on psychosocial health and well-being in Karakalpakstan*. in : *Social Science & Medicine* 56 (2003), Elsevier, 2003

### 11.2.5 Agriculture et irrigation

- [1] Breckle, Veste, Wucherer (2001): *Sustainable Land Use in Deserts*, Berlin: Springer; 2001; p.103
- [2] Breckle, Veste, Wucherer (2001): *Sustainable Land Use in Deserts*, Berlin: Springer; 2001; p.38
- [3] FAO. 1995. *Indo-Pacific Fishery Commission: Papers contributed to the Regional symposium on sustainable development of inland fisheries under environmental constraints. 5. Case Study 2: The Aral Sea catchment* rédigé par T. Petr, et M. Morris. Bangkok, Thaïlande, 19-21 octobre 1994.
- [4] Létolle, et Mainguet (1993) : *Aral*, Paris : Springer, p 218
- [5] Létolle, et Mainguet (1993) : *Aral*, Paris : Springer, p 219
- [6] Paulitsch, Baedecker, et Burkick (2004): *Am Beispiel Baumwolle: Flächennutzungskonkurrenz durch exportorientierte Landwirtschaft*, Wuppertal Papers.
- [7] Micklin, P. 2002. "Water in the Aral Sea Basin of Central Asia: Cause of conflict or cooperation?" *Eurasian Geography and Economics* 43 (7), pp. 505-528.
- [8] McKinney, D.C., Cai. X. and M. Rosegrant. 2001. "Sustainability analysis for irrigation water management: Concepts, methodology, and application to the Aral Sea region" <http://www.ce.utexas.edu/prof/mckinney/papers/aral/eptdp86.pdf>

#### Sites internet

- [Int1] <http://en.wikipedia.org/wiki/Kyzylkum> consulté: 11.11.06
- [Int2] <http://www.fao.org/ag/aGL/AGLW/aquastat/regions/fussr/index8.stm>
- [Int3] <http://www.fao.org/AG/fr/magazine/9809/spot2.htm>
- [Int4] <http://www.newscientist.com/article.ns?id=dn3947> consulté : 11.11.06
- [Int5] <http://www.arte.tv/de/woche> consulté : 11.11.06
- [Int6] <http://www.monde-diplomatique.fr/cartes/asiacentenv2000>
- [Int7] [http://www.unesco.org/courier/2000\\_01/fr/planete/txt1.htm](http://www.unesco.org/courier/2000_01/fr/planete/txt1.htm)



- [Int8] <http://www.ce.utexas.edu/prof/mckinney/papers/aral/CentralAsiaWater-McKinney.pdf>
- [Int9] <http://www.ce.utexas.edu/prof/mckinney/papers/aral/IntegratedWaterManagement-Central%20Asia-McKinney.pdf>
- [Int10] <http://www.ce.utexas.edu/prof/mckinney/papers/aral>
- [Int11] <http://library.thinkquest.org/03oct/00107/aralsea.htm>
- [Int12] [http://maps.grida.no/go/graphic/shrinking\\_of\\_the\\_aral\\_sea\\_socio\\_economic\\_impacts](http://maps.grida.no/go/graphic/shrinking_of_the_aral_sea_socio_economic_impacts)
- [Int13] <http://www.boku.ac.at/mi/globalseminar/Salzboeden.pdf>
- [Int14] [https://www.cia.gov/cia/publications/factbook\\_old/geos/uz.html](https://www.cia.gov/cia/publications/factbook_old/geos/uz.html)
- [Int15] <http://www.fao.org/docrep/004/x9188F/x9188F00.htm>

## 11.2.6 Politique, économie et environnement

- United Nations : RIO DECLARATION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT; Agenda 21
- Nations Unies, *Action 21*: 27.11.2006
- Regional Environmental Centre for Central Asia : *Central Asia Progress review in realization of the agenda 21*; Almaty 2001
- Arte, *Le dessous des Cartes, Asie centrale 1/3 à 3/3*, Diffusions sur Arte à novembre 2006
- *Déclaration de Nukus*, Nukus, 20 septembre 1995
- Nations Unies, Conseil économiques social, Kiev, 22-23 mai 2003 : « *Un environnement pour l'Europe : Invitation à un partenariat pour la mise en œuvre de l'Initiative de l'Asie centrale pour le développement durable* »
- UNESCO, *Asie centrale : à la recherche du temps perdu*, in UNESCO n° 83, octobre 1996
- Nations Unies, Conseil économiques social : *Etablissement de partenariats commerciaux dans la région de la CEI*, Neuvième session, 23-27 mai 2005
- Commission économique pour l'Europe, *Examen décennal de la mise en œuvre du Programme d'action de Beijing : Examen des progrès accomplis dans la région* ; Genève, 14 et 15 décembre 2004
- CIA - The World Factbook, 20.11.2006  
Uzbekistan: <https://cia.gov/cia//publications/factbook/geos/uz.html>  
Kazakhstan: <https://cia.gov/cia//publications/factbook/geos/kz.html>
- Ministère des affaires étrangères français, « asie centrale », 13.11.2006  
[http://www.diplomatie.gouv.fr/fr/pays-zones-geo\\_833/asie-centrale\\_4249/index.html](http://www.diplomatie.gouv.fr/fr/pays-zones-geo_833/asie-centrale_4249/index.html)
- Jacques Leclerc, *L'aménagement linguistique dans le monde*, novembre 2005,  
<http://www.tlfq.ulaval.ca/AXL/asie/ouzbekistan.htm>
- Jeremy Allouche, *L'eau en Asie centrale : incidences d'un nouveau contexte géopolitique* :  
<http://www.diploweb.com/asie/allouche.htm>

- International Conference on Regional Cooperation on Transboundary River Basin  
Dushanbe, 30 mai – 1 juin 2005;  
<http://www.transwaterconference2005.org/>
- International Fund for saving the Aral Sea  
<http://www.ec-ifas.org/>
- International Water Management Institute, *Central Asia*  
<http://centralasia.iwmi.org/>
- United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific  
[www.unescap.org/oes/speca/index%5Fold.asp](http://www.unescap.org/oes/speca/index%5Fold.asp)
- International Network of Basin Organization  
<http://www.inbo-news.org/friobfr.htm>
- Interstate Coordination Water Commission (ICWC) of Central Asia  
[www.icwc-aral.uz/](http://www.icwc-aral.uz/)

### 11.2.7 Ressources minérales et énergétiques

Les éléments bibliographiques concernant ce chapitre se trouvent dans le chapitre 11.1.7.

### 11.2.8 Ressources minérales et énergétiques

- Google Earth
- [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)
  - <http://en.wikipedia.org/wiki/Kazakhstan>
  - <http://en.wikipedia.org/wiki/Aralsk>
  - <http://en.wikipedia.org/wiki/Moynaq>
  - <http://wikitravel.org/en/Kazakhstan> (voyager au Kazakstan)
  - [http://en.wikipedia.org/wiki/Qyzylorda\\_Province](http://en.wikipedia.org/wiki/Qyzylorda_Province)
  - [http://fr.wikipedia.org/wiki/Mer\\_d'Aral](http://fr.wikipedia.org/wiki/Mer_d'Aral)
  - <http://wikitravel.org/fr/Kazakhstan>
  - [http://fr.wikipedia.org/wiki/Mer\\_d'Aral](http://fr.wikipedia.org/wiki/Mer_d'Aral)
- <http://www.kazakinfo.com/> (informations générales, liens)
- <http://www.kz/Firsteng3.htm> (informations générales, politique)
- <http://www.world-gazetteer.com> (statistiques, villes...)
  - <http://www.world-gazetteer.com/wg.php?x=1163507018&men=gcis&lng=en&des=gamelan&dat=200&geo=-122&srt=pnan&col=aohdqcfbeimg&geo=-122>  
(liste de villes Kazakes)

<http://www.world-gazetteer.com/wg.php?x=1163509270&men=gcis&lng=en&des=gamelan&dat=200&geo=-225&srt=pnan&col=aohdqcfbeimg&geo=-3832>  
(villes Ouzbèques)

- [www.unesco.org/courier/2000\\_01/fr/planete/txt1.htm](http://www.unesco.org/courier/2000_01/fr/planete/txt1.htm)
- [www.oaric.com/ouzaral.htm](http://www.oaric.com/ouzaral.htm)
- [http://voyageforum.com/voyage/ouzbekistan\\_en\\_debut\\_juillet\\_mer\\_aral\\_D629871/](http://voyageforum.com/voyage/ouzbekistan_en_debut_juillet_mer_aral_D629871/)
- <http://www.unep.org/vitalwater/25.htm>
- <http://www.orexca.com>
  - [http://www.orexca.com/muynak\\_uzbekistan.shtml](http://www.orexca.com/muynak_uzbekistan.shtml)
  - [http://www.orexca.com/nukus\\_uzbekistan.shtml](http://www.orexca.com/nukus_uzbekistan.shtml)
  - <http://www.orexca.com/karakalpakstan.shtml>
  - [http://www.orexca.com/historical\\_tours13.shtml](http://www.orexca.com/historical_tours13.shtml)
  - [http://www.orexca.com/hotels\\_aral\\_sea.shtml](http://www.orexca.com/hotels_aral_sea.shtml)
  - [http://www.orexca.com/muynak\\_uzbekistan.shtml](http://www.orexca.com/muynak_uzbekistan.shtml)
- <http://voyageforum.com/destinations/kazakhstan/>
- <http://www.asie-centrale.com/actualites.php3>  
<http://www.asie-centrale.com/Kazakhstan-partenaire-aujourd-hui.html>  
<http://www.asie-centrale.com/Message-du-President-du-Kazakhstan.html>
- <http://www.pro-environnement.com/articles/on-a-sauve-la-mer-daral-7gvr7ko38ah08.html>
- <http://www.ciesin.org/docs/006-238/006-238.html>
- [http://earthobservatory.nasa.gov/Newsroom/NewImages/images.php3?img\\_id=16277](http://earthobservatory.nasa.gov/Newsroom/NewImages/images.php3?img_id=16277)
- <http://www.discover.com/issues/sep-06/features/returnaralsea/>
- [http://news.bbc.co.uk/1/hi/special\\_report/1998/water\\_week/70460.stm](http://news.bbc.co.uk/1/hi/special_report/1998/water_week/70460.stm)
- <http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/3846843.stm>
- [http://www.fpif.org/briefs/vol5/v5n06aral\\_body.html](http://www.fpif.org/briefs/vol5/v5n06aral_body.html)
- <http://204.202.137.110/sections/science/DailyNews/aralsea990408.html>
- [http://www.arikah.com/encyclopedie-francaise/Histoire\\_de\\_l'Ouzb%C3%A9kistan](http://www.arikah.com/encyclopedie-francaise/Histoire_de_l'Ouzb%C3%A9kistan)
- <http://www.advantour.com/uzbekistan/khiva/jumamosque.htm>
- [http://visearth.ucsd.edu/VisE\\_Int/aralsea/index.html](http://visearth.ucsd.edu/VisE_Int/aralsea/index.html)
- <http://enrin.grida.no/aral/aralsea/english/arsea/arsea.htm>
- [http://www.lawrence.edu/dept/environmental\\_studies/aralsea.html](http://www.lawrence.edu/dept/environmental_studies/aralsea.html)

## 11.2.9 Transport et communication

Les renvois bibliographiques de ce chapitre sont indiqués directement dans le texte.