

La mer d'Aral reviendra-t-elle ?

François Guichard, Muhiddin Xužanazarov, Laurence Le Callonnec,
Rustam Sulajmonov et Petr Tučolka



Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/asiacentrale/677>
ISSN : 2075-5325

Éditeur

Éditions De Boccard

Édition imprimée

Date de publication : 1 mai 2002
Pagination : 295-303
ISBN : 2-7449-0191-1
ISSN : 1270-9247

Référence électronique

François Guichard, Muhiddin Xužanazarov, Laurence Le Callonnec, Rustam Sulajmonov et Petr Tučolka, « La mer d'Aral reviendra-t-elle ? », *Cahiers d'Asie centrale* [En ligne], 10 | 2002, mis en ligne le 28 août 2009, consulté le 01 mai 2019. URL : <http://journals.openedition.org/asiacentrale/677>

La mer d'Aral reviendra-t-elle ?

*François Guichard, Muhiddin Xužanazarov,
Laurence Le Callonnec,
Rustam Sulejmanov et Piotr Tucholka*

Au mois de septembre 2001, un véhicule kaki parcourait les routes et les pistes entre Tachkent, Noukous, Mojnaq et le fond asséché de la mer d'Aral. Il s'arrêtait souvent en des lieux insolites : ses cinq passagers et le chauffeur descendaient munis d'accessoires tels que marteaux, spatules, couteaux, petites bouteilles en plastique, conductimètre pour mesurer des propriétés de l'eau. Ils étudiaient et prélevaient les roches, l'eau des rivières ou des captages de la nappe phréatique. De temps en temps, le véhicule était équipé de tiges de bois et de bouts de métal fixés à l'arrière, le tout relié à une plaque de bois portant un filtre carré destiné à recevoir les pollens remis en suspension lors d'un trajet sur piste. Enfin, ces personnages un tant soit peu pittoresques tentaient de faire revivre le passé de quelques sites archéologiques en recueillant, à l'aide de petits outils, des charbons de bois témoins d'incendies ou de foyers anciens. Ces cinq personnes sont des géologues, archéologues, géochimistes, paléoclimatologues et paléomagnéticien qui officiaient dans le cadre d'un projet ECLIPSE* du CNRS, intitulé "Evolution paléohydrologique du bassin de la mer d'Aral : impact des fluctuations de la mousson sur les peuplements et l'environnement de l'Asie centrale". Ces scientifiques cherchent à mieux comprendre le fonctionnement actuel du bassin à partir de divers indices (flore, hydrologie...) afin de reconstituer son évolution au cours des temps passés et à venir.

En effet, l'histoire de la mer d'Aral est caractérisée par une succession de phases transgressives et régressives. Dans un passé récent, la mer a connu au moins une période exorétique avec un exutoire au Sud, permettant une connexion avec la mer Caspienne via l'Uzboj, puis une phase de fermeture à partir de 3 000 ans avant J.-C. environ. Plusieurs facteurs peuvent être considérés comme responsables d'événements de ce type :

- la variation des débits des deux tributaires principaux : l'Amou Darya et le Syr Darya ;
- la tectonique modifiant la topographie de la plaine du Turan ;
- l'activité humaine avec, par exemple, la construction de canaux d'irrigation.

Mais revenons de façon plus détaillée à ce qui a guidé notre démarche, à la manière dont nous procédons et à ce que nous espérons trouver.

I. Problématique de ce travail

« Est-ce que la mer d'Aral reviendra un jour ? » demandait à l'un d'entre nous un habitant de Mojnaq dont les fils avaient été pêcheurs. Question qui malheureusement entraîne une réponse négative pour le futur proche. La mer connaît une des plus grandes crises de son histoire qui risque de se conclure par un assèchement total. Cette crise est liée à l'intensification des cultures et aux détournements d'une partie des eaux fluviales pour l'irrigation. Les précipitations trop faibles dans la plaine du Turan (environ 100 mm/an autour de la mer d'Aral) ne peuvent compenser le déficit dû à l'irrigation. Les chaînes montagneuses qui bordent l'Est de la plaine constituent également une barrière aux apports éventuels de la mousson.

La mer a connu plusieurs régressions similaires depuis la présence humaine dans cette région. Les dernières connues datent du Quaternaire et correspondent aux IV^e-V^e siècles et aux XIII^e-XIV^e siècles. Le bassin s'est alors transformé en un vaste marécage, ce qui se traduit dans la succession des couches sédimentaires par un niveau de tourbe ou par des couches de sel.

Les fluctuations du niveau de l'eau s'accompagnent de variations de la composition chimique et notamment de la salinité. De 1960 à nos jours, celle-ci a augmenté de 10 à environ 40 g/l. La sédimentation peut enregistrer ces changements grâce à des niveaux plus riches en carbonate de calcium ou en minéraux évaporitiques tels que le gypse ($\text{CaSO}_4, 2\text{H}_2\text{O}$) ou la mirabilite ($\text{Na}_2\text{SO}_4, 10\text{H}_2\text{O}$). Ces niveaux s'intercalent dans des dépôts argileux à silteux et sableux.

Si la crise actuelle est principalement d'origine anthropique, d'autres facteurs ont pu intervenir dans le passé comme le climat et la tectonique. Cette dernière correspond à une poussée du bloc arabe contre l'Eurasie, elle tend à modifier le tracé des cours des fleuves par un basculement progressif de la plaine du Turan. Cette poussée se manifeste par des séismes.

A : Enjeu climatique

Depuis environ un million d'années, l'évolution climatique est dominée par la succession de périodes glaciaires et interglaciaires.

La connaissance de ces variations du climat passe principalement par les études de détails des sédiments marins. Ceux-ci présentent l'avantage de fournir de longues séries continues. Des analyses d'éléments en traces, d'iso-

topes stables (oxygène et carbone) dans des coquilles carbonatées du sédiment permettent de mettre en évidence la succession de périodes froides et chaudes, de calculer les paléotempératures de l'eau, et aussi d'évaluer les paléosalinités. Le domaine continental peut présenter un enregistrement beaucoup plus fin et détaillé du climat dans les sédiments mais les inconvénients de ce matériel sont autres : datations absolues plus délicate (du fait de contaminations fréquentes par du matériel plus ancien entourant un lac ou une "petite mer" intérieure), des séries souvent moins continues recouvrant plus difficilement de longues périodes du passé. En première approximation, le temps de réponse d'un bassin continental à une modification climatique se caractérise rapidement à l'échelle des temps géologiques par un niveau sédimentaire particulier si on examine les dépôts intervenus sous une tranche d'eau. Ceci est différent pour l'océan dont l'effet de dilution est important et où l'intégration des événements climatiques se fait avec des constantes de temps plus longues.

Mais pourquoi s'intéresser à ces modifications dans les océans et dans les zones continentales ?

Une majorité de scientifiques s'accorde pour admettre que les activités humaines agissent fortement sur le climat. Dans le même temps, des spécialistes de la modélisation climatique s'attachent à prévoir de quelle façon celui-ci pourra évoluer sur le long terme. Mais cette évolution se fait en fonction d'un grand nombre de paramètres dont les interactions sont complexes. Par exemple, pour tester ces modèles, on peut choisir les caractéristiques propres au dernier maximum glaciaire (il y a environ 18 000 ans) et utiliser des programmes qui, partant de cette période du passé, sont sensés reproduire l'évolution climatique jusqu'à l'actuel puis dans le futur. On examine ensuite ce que donnent ces prévisions (température au sol, précipitations, évolution de la végétation etc.). La qualité d'un programme pourra s'apprécier en fonction de la façon dont les événements connus depuis 18 000 ans seront reproduits en faisant "tourner" le modèle choisi. Un des avantages de cette méthode est de mettre en évidence des interactions à grandes distances, révélant ainsi l'aspect global des phénomènes climatiques.

Ces modélisations présentent des lacunes plus importantes pour les reconstitutions des évolutions en zones continentales dont l'Asie centrale. Le maillage est de l'ordre de 500 km. On évalue à 3° C l'imprécision des reconstitutions des températures de surface vers 6 000 ans et jusqu'à 5° C pour des âges vers 9 000 ans. De nombreux lacs et mers intérieures sont présents dans cette région : les sédiments offrent un potentiel d'études qui permettraient de révéler et de quantifier les événements du passé. C'est la raison d'être de ce programme ECLIPSE financé par le CNRS.

Au Turan, l'enregistrement sédimentaire permet théoriquement de remonter jusqu'aux roches crétacées déposées au fond de la Téthys, océan disparu, alors bordé au nord par divers blocs de roches anciennes et au sud par un bloc indo-arabo-africain.

Actuellement le bilan hydrique est surtout dépendant des tributaires de la Mer intérieure. Les débits de l'Amou Darya et du Syr Darya sont indirectement contrôlés par la mousson indienne qui détermine l'extension et la fonte des glaciers et de la neige du Pamir et du Tian Shan où ils prennent leur sources. Le fait que l'intensité de la mousson puisse avoir des conséquences sur le niveau de l'Aral est un exemple de connexion à grande échelle.

B : Enjeu archéologique et impact de l'Homme sur le climat

En Asie centrale, de nombreux mouvements de population ont été mis en évidence depuis l'âge du Bronze. Ces migrations sont en parties liées aux fluctuations climatiques, même si une quantification précise reste impossible. Une étude archéologique devrait permettre d'affiner ces données et de mieux appréhender les fluctuations de la mer. En effet, la sédentarisation et le développement des cultures agricoles ont conduit à la réalisation de nombreux canaux d'irrigation et à l'alimentation en eaux des grandes cités anciennes. Ces canaux ont déjà pu conduire à une modification indirecte du bilan hydrique.

Les reconstitutions environnementales que l'on peut déduire, par exemple, des données archéologiques bien datées permettent de préciser les tendances du climat au cours des temps correspondants, mais aussi d'évaluer l'impact éventuel de l'Homme sur l'équilibre hydrochimique du bassin de l'Aral.

C : Comment aborder cette problématique, les outils utilisés

La compréhension du fonctionnement d'un tel bassin et de son interaction avec le climat nécessite donc une approche large : géologique, palynologique et archéologique. Il s'agit en effet de distinguer l'influence des facteurs anthropiques, climatiques et tectoniques sur le bassin. Les buts de la mission étaient donc l'étude d'affleurements correspondants aux anciennes lignes de rivages de la mer, celle de sédiments profonds et de sites archéologiques. Dans ces sites, on cherchait des niveaux datables caractéristiques d'une situation climatique donnée.

Les variations paléoclimatiques pourront être mises en évidence grâce à l'analyse des pollens, la géochimie des sédiments du lac. L'étude géochimique (isotopes stables du carbone et de l'oxygène et éléments traces), porte sur la phase carbonatée sur roche totale et/ou la microfaune. En effet, lors de la précipitation du carbonate de calcium, la composition chimique du milieu de précipitation peut être enregistrée par incorporation dans le réseau ou adsorption d'éléments chimiques (Mg, Sr, Mn...). Cette étude, couplée avec celle des isotopes stables permet de remonter à des paramètres importants caractéristiques des paléoconditions du bassin. D'autres analyses sont envisagées : investigations magnétiques des sédiments, travaux permettant de remonter aux sources d'une partie de la matière organique (d'origine algale ou issue des végétaux supérieurs), informant ainsi de façon complémentaire sur le fonctionnement hydrologique et sur la productivité biologique.

Plus classique, l'étude sédimentologique et celle de l'évolution de la microfaune et de la flore apportent aussi des données supplémentaires sur la réponse du bassin lorsqu'il est soumis à des facteurs modifiant les bilans hydrochimiques.

II. Description de la mission

Au cours de cette première mission nous nous sommes limités à la partie Sud de la mer d'Aral dans les environs de Mojnaq. Nous avons :

- Réalisé deux forages dans la partie asséchée au sud-ouest de la mer ;
- Étudié des terrasses bordant les falaises de l'Ust-ûrt qui correspondent à différentes limites de rivage ;
- Prélevé des associations polliniques ; soit actuelles (entre Tachkent et le sud asséché de l'Aral) ; soit anciennes (dans les paléosols de sites archéologiques) ;
- Echantillonné de l'eau pour mesurer les isotopes de l'oxygène et les éléments en trace afin de préciser certaines caractéristiques actuelles du bassin (eau des rivières, des fleuves, de forages) ;
- Eu accès à d'anciennes carottes de sédiment, aujourd'hui entreposées à Tachkent.

A : Aspect géologique

La ville de Mojnaq était une île située à 34 km de la côte, dans les années 1890, d'après les cartes géographiques établies par les Russes. À cette époque, le niveau de la mer était de +54 m, il est de +32 m en 2001. À la suite du développement du delta de l'Amou Darya dû à une augmentation des apports sédimentaires, la ville a été reliée à la côte vers 1930.

La mer est cependant restée proche comme peuvent en témoigner les traces d'activité de la pêche et la conserverie de poisson qui a fonctionné avec les produits araliens jusqu'en 1966. Puis, progressivement, les conditions économiques de la pêche sont devenues de plus en plus difficiles puisque le rivage s'éloignait. L'usine s'est arrêtée définitivement vers 1970. Mojnaq évoque aujourd'hui une ville économiquement sinistrée, en crise sanitaire, sans eau potable (la distribution est assurée par une unité de dessalinisation). La moitié de la population a dû se déplacer vers d'autres régions pour essayer de vivre moins misérablement.

Nous avons pu bénéficier sur place de l'infrastructure des services d'hydrologie et de géologie et particulièrement de l'aide de B. Penhasov pour la réalisation des deux forages. Le but de ces opérations était de récupérer des séries sédimentaires couvrant la plus grande période de temps possible depuis l'actuel.

Le premier site de forage est localisé à 30 km au nord-est de Mojnaq, dans la partie distale du delta de l'Amou Darya (altitude +35 m). Ce carottage recoupe 18 m de sédiments. On distingue de haut en bas :

- 2 m d'argiles et de silts correspondant à des dépôts deltaïques en eau salée ;
- 6 m d'argiles et de sables déposés en domaine fluviatile ;
- 10 m de sables fins et de silts argileux renfermant des cristaux de gypse de taille plus ou moins importante.

Selon les idées communément admises pour la région, les 8 premiers mètres de sédiments seraient datés du Quaternaire, d'un âge inférieur à 12 000 ans. Les 10 derniers mètres couvriraient la période du Néogène et le Paléogène (environ 2 à 50 millions d'années).

Le second forage, de 37 m de long, a été réalisé dans la partie méridionale d'un sillon géomorphologique nord-sud qui caractérise la partie occidentale de l'Aral. Ce site est à 39 m d'altitude. Par rapport au site précédent, il se caractérise par l'absence de sédiments détritiques. Les paléocourants ne dirigeaient probablement pas les charges sédimentaires de l'Amou Darya vers ce sillon, les dépôts correspondent donc à un environnement plus calme.

Les 15,50 premiers mètres de sédiments sont d'âge Quaternaire. La partie supérieure (6 m) s'est déposée dans un milieu relativement salé puis dans un environnement lacustre (9,50 m d'épaisseur). Viennent ensuite des faciès laminés sableux plus ou moins argileux datant du Néogène (14 m d'épaisseur). Dans la partie basse de la carotte des dépôts crétacés ont probablement été recoupés.

Nous constatons que la variation des faciès (sables fins, silts et argiles) ainsi que la présence de dépôts parfois laminés reflètent des fluctuations dans les apports sédimentaires provenant principalement de l'Amou Darya, fleuve le plus proche, ainsi que des modifications de la composition chimique de l'eau.

En complément de ces deux sondages, nous avons pu échantillonner plusieurs des carottes de sédiments réalisées dans toute la mer d'Aral par le Professeur I. Rubanov au cours des années 1980. Deux radiales nord-sud : l'une le long du sillon occidental évoqué plus haut, l'autre dans la partie centrale de la mer permettront de distinguer les apports des deux fleuves pour la période la plus récente (post-glaciaire).

Enfin, l'analyse de plusieurs anciennes terrasses successives qui marquent le paysage en bordure de l'Ust-ûrt et à Mojnaq aidera à préciser l'âge de trois transgressions importantes. Pour cela il est envisagé d'effectuer des datations par le carbone 14 sur des coquilles de *Cardium* (un mollusque).

B : Aspect hydrologique

Toute modification de la composition chimique de la mer d'Aral qui est principalement liée à l'équilibre évaporation/apports fluviatiles se répercute sur la sédimentation par la précipitation directe de minéraux tels que les carbonates et les évaporites, ainsi que par des modifications de la faune et de la flore (marines ou lacustres).

Il était donc capital d'avoir une idée de la composition chimique de quelques tributaires et de la nappe phréatique, afin de mieux comprendre le fonctionnement du bassin versant.

Pour cela, plusieurs prélèvements d'eau et des mesures *in situ* ont été réalisées durant cette mission, au niveau de puits de captage, des forages et dans les rivières (l'Amou Darya à Noukous, le Zarafšan à Samarkande et le Syr Darya près de Činaz).

C : Aspect palynologique, végétation

À notre surprise, avant même que la végétation s'installe sur le fond récemment découvert de l'Aral, un très grand nombre d'insectes identiques, à l'abdomen rond, gris et noirs, colonisent la surface. Ils manifestaient même un entêtement assez inquiétant à participer à leur manière aux prélèvements d'échantillons.

L'association des pollens reflète directement la flore à une époque donnée, le climat contrôlant la répartition de la végétation. De Mojnaq à Tachkent notre équipe a traversé de vastes plaines cultivées (maïs, coton...), des paysages steppiques ou désertiques (Qyzylqum et plateau de l'Ust-ûrt). Les prélèvements des échantillons polliniques étaient réalisés grâce à des filtres de gaze siliconée suspendus à 1 m 50 de l'arrière du véhicule. Il s'agissait alors de soulever de la poussière susceptible de contenir des pollens et nous roulions sur des pistes empruntées au moins à ces occasions. Il arrivait que nous attirions les regards car le système de fixation, cependant très efficace, témoignait d'un étrange bricolage.

Ces pollens seront comparés à ceux contenus dans des paléosols atteints dans certains sites archéologiques. Au cours de cette mission, seule la période comprise entre le VII^e siècle av. J.-C. et le XI^e siècle a été étudiée dans des lieux comme Kerder, Mizdahkan, Darsan et Afrasijab. Quelques niveaux riches en charbon de bois brûlé et de traces d'incendies ont été échantillonnés afin de préciser leurs âges par le carbone 14.

Les périodes plus anciennes (Néolithique et Paléolithique) seront étudiées au cours d'une prochaine mission. En effet, travailler à l'échelle du millénaire ou de la dizaine de milliers d'années n'implique pas d'être limité par la durée d'une mission sur le terrain.

III. Conclusion

Quel sens donner à la démarche des personnes évoquées plus haut qui, plus de dix fois par jour, s'extirpaient d'un véhicule de plus en plus chargé d'échantillons... tellement chargé que finalement trois d'entre nous durent prendre un autre moyen de transport ?

En travaillant ainsi aujourd'hui à partir de poussière chargée de pollens, de charbons de bois, de sédiments, de coquilles, d'échantillons d'eau nous faisons sans cesse un voyage entre l'histoire passée de l'Aral et le devenir du Turan.

Disposer d'enregistrements paléoclimatiques en Asie centrale présente l'intérêt d'illustrer la façon dont le climat continental évolue. Nous visons à

mieux cerner les liens entre les mouvements de populations causés par des modifications du milieu.

Tant pour les dépôts holocènes que anté-holocènes, on trouve des témoins de successions de phases arides ou humides qui ont affecté le bassin. Celui-ci subit actuellement une crise écologique aiguë. Ce n'est pas la première sécheresse qui affecte l'Asie centrale au cours des âges, mais celle-ci est directement liée à l'activité anthropique. L'avenir est inquiétant avec une fonte accélérée des glaciers alimentant les tributaires des lacs dont les populations sont dépendantes. Le régime des fleuves se trouvera modifié encore davantage que par les prélèvements dus à l'irrigation.

En ce qui concerne l'histoire passée du bassin, nous cherchons à établir une chronologie détaillée de ce qui est advenu. C'est moins à la reconnaissance de ces phases qu'à leur calage chronologique précis et à la dynamique de l'évolution dans la région touranienne que nous nous intéressons. Les travaux archéologiques montrent aussi que des détournements importants des eaux ont été entrepris depuis plus de deux millénaires : il faut en être averti pour tenter de démêler ensuite entre les phénomènes externes et les actions de l'homme susceptibles de modifier le bilan hydrique, donc le niveau de l'Aral.

Si l'Homme agit sur le milieu, nous essayons en retour de fournir les outils permettant de mieux comprendre quelles tendances climatiques seront prévisibles. En particulier, à ce jour, les données permettant d'affiner les prévisions en domaine continental ont besoin d'être complétées.

Les scientifiques associés à ce programme sont issus de disciplines différentes mais c'est bien une meilleure compréhension de l'Homme et de son milieu qui nous relie les uns aux autres.

Remerciements

L'équipe remercie très chaleureusement M. Xožimurodov (responsable du maintien et de la conduite du véhicule tout terrain) sans qui cette mission n'aurait pu être menée à bien. Nous sommes redevables de l'aide offerte par les archéologues et les spécialistes de diverses disciplines qui nous ont introduits et aidés au Karakalpakistan et à Afrasijab : I. Bižanov, O. Inevatkina, M. Mambetullaev, G. Šurmanov, A. Toleubaev, M. Turebekov. Nous exprimons aussi notre reconnaissance à B. Penhasov et au Professeur I. Rubanov qui nous ont permis de récolter tant de matériel difficile d'accès. On ne peut citer Tachkent sans évoquer particulièrement les accueils efficaces, agréables et constructifs dont nous avons bénéficiés auprès des membres de l'IFÉAC d'une part et auprès de Mme M. I. Filanovič d'autre part.

NOTE

* Ce programme ECLIPSE consacré au bassin de l'Aral est financé par l'INSU du CNRS (Institut National des Sciences de l'Univers) et est animé par M. Fontugne (LSCE, UMR-1572, CNRS/CEA, Gif/Yvette). L'équipe est constituée de : C. Causse, F. Guichard, M. Paterne, N. Tisnerat (également au LSCE) ; I. Bentaleb et I. Moussa (Laboratoire de phylogénie, de paléontologie et de paléobiologie, ISEM, Montpellier) ; L. Bergonzini, Z. Herman, A. Jelinowska, P. Tucholka (Laboratoire Orsay-terre, UMR 8616, Université Paris XI, Orsay) ; J.-Bertaux (IRD, Bondy) ; M.-M. Blanc-Valleron, P.-J. Giannesini, S. Pestrea et J.-M. Rouchy (Laboratoire de géologie du Muséum, ESA 7073, Paris) ; J.-J. Dedoubat, D. Galop et G. Jalut (Laboratoire d'écologie terrestre, UMR 5552, Toulouse) ; P. Gentelle (Maison de l'archéologie, Université Paris X, Nanterre) ; C. Kuzucuoglu (UMR 8591, CNRS-Université Paris I, Meudon) ; L. Le Callonnec (Laboratoire de géologie des bassins sédimentaires, UPMC-Paris VI, Paris). L'équipe travaille également avec : I. Boomer (Département de géographie, Université de Newcastle-upon-Tyde, Grande-Bretagne) ; V. Fourniau (IFÉAC, Tachkent) ; M. Hužanazarov et R. Sulejmanov de l'Académie des sciences, respectivement à l'Institut d'archéologie de Samarkande et à l'Institut d'histoire de Tachkent), R. Létolle (Université P. et M. Curie, Paris) et K. Szymczak (Institut d'archéologie, Université de Varsovie, Pologne).