

Transformations

Guide scientifique de l'enseignant pour mener à bien le projet interdisciplinaire :

A qui appartient l'eau ?

ou

Comment produire sans nuire, ni à l'homme, ni à la nature ?

Source : © Arian Zwegers , CC by-nc 2.0



Auteur du livret :
Francine Pellaud, HEP/PHFR, Suisse



1. Apports scientifiques : La Mer d'Aral

La Mer d'Aral (en fait, un grand lac salé) fait la frontière entre le Kazakhstan, au Nord et l'Ouzbékistan, au Sud. Elle avait une superficie, en 1960, comparable à la surface du Portugal, soit 68'000km² pour un volume de 1040km³. Elle est alimentée par deux fleuves : l'Amou-Daria et le Syr-Daria. Dans les années 1960, l'eau de ces fleuves a été détournée pour irriguer principalement les cultures de riz et de coton. Grâce à cette irrigation, la région est devenue le 4^e plus grand producteur mondial de coton. En moins de 30 ans, la superficie des zones irriguées a plus que doublé, passant de 3,5 millions d'hectares en 1960 à 7,5 millions en 1990. Les conséquences de cette augmentation sont dramatiques :



Sources : images tirées d'une animation présentée sur : https://fr.wikipedia.org/wiki/Mer_d%27Aral

En 2010, sa surface n'était plus que de 21'060km² et son volume de 124km³. Cette quasi disparition de la mer a des conséquences écologiques, sociales et économiques multiples.

Résumé de la situation :

Les fleuves qui alimentent la Mer d'Aral sont détournés par les cultivateurs qui utilisent l'eau pour arroser les cultures de coton et de riz. Si le riz est en partie une culture destinée à la subsistance locale, le coton est un produit essentiellement destiné à l'exportation.

L'eau, qui poursuit son chemin vers la mer d'Aral après avoir irrigué ces terres, est chargée d'engrais et de pesticides.

De ce fait, l'eau qui alimente la Mer d'Aral est, d'une part, beaucoup moins abondante et, d'autre part, fortement polluée. Recevant moins d'eau, la mer s'assèche. En s'asséchant, elle met à l'air libre les résidus de ces polluants ainsi que le sel, d'origine naturelle. Emportés par les vents violents qui soufflent dans cette région, ces éléments contribuent à la désertification, à la pollution de l'air, des sols et de l'eau potable (notamment l'augmentation très forte de la teneur en sel dans l'eau consommée par les populations locales) et sont la cause de cancers et autres maladies mortelles atteignant principalement les enfants. La biodiversité animale et végétale a fortement chuté.

Actuellement des barrages sont construits pour permettre à la mer de se reconstituer. Si l'eau recommence à monter dans une partie de la mer (la Petite Mer d'Aral), et que l'activité de pêche a repris à toute petite échelle, bien des questions restent en suspens sur la qualité des poissons pêchés.



À l'origine la mer d'Aral était le 4^e plus grand lac du monde avec une superficie de 68 000 km²

L'aspect le plus problématique est la rapidité avec laquelle cet assèchement s'effectue depuis ces dernières décennies, alors qu'il a été stable pendant plusieurs siècles. Cependant, des fluctuations importantes d'origine géologique semblent exister modifiant sensiblement le niveau de la Mer d'Aral, comme celui de la Mer Caspienne. Pour preuves les fouilles archéologiques réalisées dans les zones mises à nu par l'assèchement récent qui ont permis d'exhumer les vestiges de cités attestant d'une civilisation moyenâgeuse florissante autour d'une agriculture vivrière variée. Cette découverte permet d'affirmer que, si des mesures sont prises, la vie est possible malgré une modification importante du niveau de la mer.

Nous pouvons ici faire une parallèle avec la problématique du réchauffement climatique, lié aux activités humaines et survenant à un rythme accéléré et artificiel qu'il s'agit de distinguer des changements climatiques d'origines naturelles et à échelle temporelle géologique.

Ce texte est une compilation d'informations récoltées dans les sources suivantes :

TSR : Temps présent, émission du 31 mars 2005, La guerre du coton : <http://www.rts.ch/emissions/temps-present/economie/1302715-la-guerre-du-coton.html>

Courrier international : <http://www.courrierinternational.com/article/2010/02/25/la-mer-d-aral-renaitra-t-elle-un-jour>.

France5 : http://www.france5.fr/environnement/index-fr.php?page=dossiers_article2&id_article=98,

Wikipédia : http://fr.wikipedia.org/wiki/Mer_d%27Aral

Regards de géographes : <http://www.regarddegeographe.com/article-a-propos-de-la-mer-d-aral-d-étonnantes-informations-47356966.html>

ONU : <http://www.un.org/apps/newsFr/storyF.asp?NewsID=19030&Cr=Aral&Cr1=climat#.UKTui0R23bk>

Dinosauria : http://www.dinosauria.com/mer_aral.htm

Arte : Le retour de la Mer d'Aral : à quel prix ? <http://www.arte.tv/fr/histoire-societe/arte-reportage/Cette-semaine/1565874.html>

Vidéo explicative : http://www.dailymotion.com/video/x5n6r6_mer-d-aral_tech#.UKpChqU7uXo.

Une approche très approfondie Histoire-Géo (et notamment géologie) est accessible sur : <http://www.annales.org/archives/cofrhigeo/aral.html>.

Enfin, une excellente présentation très complète est proposée par : <http://valentin.bors.free.fr/Mer-et-littoral/G2%20-%20Expos%E9%20Mer%20Aral%20-CHANTEGROS,LEFRANCOIS,MAGNAN.pdf>

Les difficultés et les perspectives d'avenir : <https://www.courrierinternational.com/article/2006/05/18/la-mer-d-aral-renait-grace-a-un-grand-barrage>



Conséquences écologiques :

Disparition de la biodiversité marine : L'augmentation de la salinité de l'eau a, peu à peu, modifié la faune et la flore marine, jusqu'à faire disparaître 40% de la population endémique de poissons.

Salinisation des sols : Le retrait de l'eau a laissé derrière lui un sable gorgé de sel. Non seulement impropre à la culture, ce sable, sel et poussières participent à la disparition de la faune sauvage autant que de l'élevage. Environ 80% des aires de pâture ont disparu. En effet, le sel est mortel pour les plantes. Il provoque des problèmes de *pression osmotique* qui favorisent la sortie d'eau des cellules, et brûle leurs parties aériennes. Il contribue donc à la désertification et à l'érosion des terres, les racines ne retenant plus le sol.

La salinisation des sols n'est pas seulement due aux activités humaines. Elle est également naturelle. D'autres causes anthropiques sont à l'origine de la salinisation des sols : le défrichage, qui remplace les enracinements profonds (arbres) par des racines proches du sol contribue à la remontée du sel vers la surface, en abaissant la profondeur des nappes phréatiques (<http://www.bulletins-electroniques.com/actualites/60347.htm>, consulté le 12 nov. 2012), ainsi que les conséquences des changements climatiques qui vont affecter l'agriculture et les nappes phréatiques (GIEC, Relation entre le changement climatique et les ressources en eau: incidences et mesures d'intervention, p. 48 www.ipcc.ch/pdf/technical-papers/ccw/ccw%20fr/chapter_3_fr.pdf).

Pour en savoir plus sur la pression osmotique :

<http://www.docteurclic.com/encyclopedie/pression-osmotique.aspx>

<http://www.botanic06.com/site/EvolVie/azot6.htm>.

Autres pollutions chimiques : Les cultures de coton, telles qu'elles se pratiquent de manière industrialisée, demandent énormément d'apports en pesticides, engrais et défoliants pour la récolte mécanique, qui ne peut se faire que lorsque les plantes sont dénudées. Ces intrants se retrouvent dans les maigres eaux qui alimentent encore la Mer d'Aral, contribuant à une pollution intense de celle-ci. En plus de s'infiltrer dans les nappes phréatiques et les eaux douces utilisées pour l'alimentation, ces substances se retrouvent également dans le sable et les poussières qui apparaissent lorsque la mer se retire. En effet, certains produits chimiques –engrais et pesticides- ne se dégradent pas dans l'eau. Ils réapparaissent alors sur le sol asséché au moment où l'eau descend, et sont emportés par le vent. Sur la Mer d'Aral, un vent tempétueux est présent en moyenne 90 jours par an. C'est 15 à 75 millions de tonnes de sable, sel et produits chimiques qui sont emportés et parviennent à contaminer les terres jusqu'à 250 km alentours.

Changements climatiques : Localement, la disparition progressive de la mer d'Aral provoque une modification du climat, rendant celui-ci plus continental. L'amplitude thermique s'est accrue (-25°C en hiver et +35°C en été en 1960, -50°C en hiver et +50°C en été en 2010), les vents violents ont augmentés, provoquant des tempêtes de sable. La période de végétation a diminué, ce qui diminue également les rendements agricoles.

Pour en savoir plus : <http://www.ladocumentationfrancaise.fr/dossiers/heritage-sovietique/mer-aral.shtml>



Conséquences économiques et sociales :

Disparition de la pêche et de l'élevage : Si l'industrie du coton a permis un développement économique du pays, tout le secteur de la pêche et de l'agriculture locale a été mis à mal, provoquant un exode rural massif. Même si les activités de pêche et d'élevage pouvaient être considérées comme annexes, on dénombrait environ 60'000 personnes actives dans le secteur de la pêche. La quantité de poissons pêchés ayant passé de plusieurs centaines de milliers de tonnes (avant les années 1960) à moins de 4'000 tonnes, les villages ont été peu à peu abandonnés. Mouniak, port de pêche de 40'000 habitants en 1960, est aujourd'hui une bourgade de moins de 10'000 habitants au milieu de terres arides. 80% de la population restante est au chômage.

Santé : La contamination des sols et des eaux souterraines par le sel et les intrants chimiques touche environ cinq millions de personnes. Selon le rapport de la [FAO \(Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture\)](#), l'eau potable contient 4 fois plus de sel que la limite recommandée par l'OMS. Ce taux excessif conduit à des maladies rénales, des diarrhées, des cancers de l'œsophage et de l'hypertension artérielle.

Pour en savoir plus sur les problèmes que provoque le sel sur la santé humaine :

http://www.bag.admin.ch/themen/ernaehrung_bewegung/05207/05216/index.html?lang=fr et

http://fr.wikipedia.org/wiki/Hypertension_art%C3%A9rielle#Exc.C3.A8s_d.27apport_en_sel. Selon Wikipédia - l'un des rares sites qui explique réellement ce qui se passe au niveau physiologique pour expliquer les problèmes d'hypertension artérielle-, ces problèmes s'expliquent, comme pour les plantes, par la pression osmotique. Dans le cas de l'être humain, ce déséquilibre osmotique perturbe les échanges entre intérieur et extérieur de la cellule. A ce titre, la cellule est un exemple de frontière très intéressant.

Par ailleurs, ces pollutions des eaux et des sols participent à un très mauvais état de santé en général. Celui-ci a pour conséquence un affaiblissement des défenses immunitaires favorable au développement de la tuberculose, de l'anémie et, par conséquence, participe à une forte augmentation de la mortalité infantile.

Pour en savoir plus : <http://www.ladocumentationfrancaise.fr/dossiers/heritage-sovietique/mer-aral.shtml>

Un peu d'histoire de la Mer d'Aral

Le retrait de la Mer d'Aral a permis de découvrir un site archéologique contenant une cité datant approximativement du 14^e siècle et des tombes plus anciennes datant du 9^e siècle. Et dans ces tombes, des guerriers mesurant plus de 2 m., alors que les ethnies locales sont nettement plus petites. Cette découverte montre que la Mer d'Aral n'a pas toujours été une mer telle qu'on la connaissait dans les années 1960, et que son niveau a fortement fluctué au fil des millénaires. Elle pose ainsi l'hypothèse d'un cycle climatique alternant périodes de sécheresse et périodes de « remplissage » de la Mer d'Aral. Cette hypothèse serait corroborée par le fait que le fond de la mer est constitué de plusieurs strates de sel et de terre alternées.

Malgré cette découverte, les mesures montrent clairement que l'activité humaine dans le présent retrait de la mer est avéré. Ceci est corroboré par le fait que ce retrait se fait à une vitesse qui n'a rien de géologique.

Pour en savoir plus :

<http://www.regard-est.com/home/breves.php?idp=13&PHPSESSID=a37252510eachf7f9416b54c4f2af10e>



2. Enjeux scientifiques et didactiques

Le cas de la Mer d'Aral, à travers la question « pourquoi l'eau de cette mer a-t-elle disparu ? », question qui vient très spontanément aux élèves même très jeunes, conduit à des réponses qui posent la problématique générale : à qui appartient l'eau des rivières ?

L'objectif premier des ressources *Transformations* étant de passer d'un cas global à un exemple local, cette thématique va ainsi permettre une démarche d'investigation qui va se dérouler en plusieurs étapes jusqu'à l'aboutissement du projet. La démarche pédagogique, la présentation des documents – utilisation des fiches élèves- ainsi que les liens vers les objectifs du PER vont suivre cette évolution pour vous permettre d'anticiper et d'organiser au mieux ce projet interdisciplinaire qui peut s'étendre sur plusieurs semaines.

Au-delà des connaissances liées aux différents aspects évoqués précédemment, les enjeux portent essentiellement sur le développement de compétences liées à ce que Conklin (2014) appelle des « habiletés supérieures de la pensée ». Ces habiletés font appel à des mécanismes de raisonnement issus de la pensée complexe (Pellaud, 2011), mais également à des éléments émanant de l'intelligence émotionnelle, telle qu'on peut les retrouver lorsque l'on tente de clarifier ses valeurs face à une situation qui met ses sens en émoi et qui demande une prise claire de position.

Nous retrouvons ces éléments dans les principes didactiques, autour d'un « radar » qui permet de mieux situer les objectifs du travail. Les points rouges situent les éléments qui seront abordés par cette thématique.

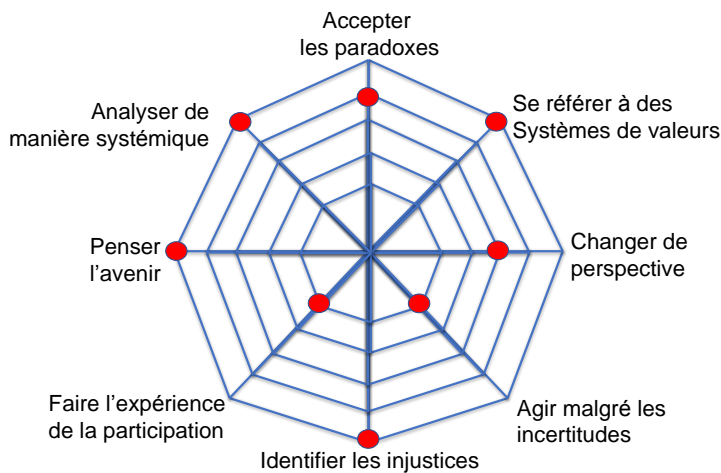


Schéma 1. D'après Kyburz-Graber, Nagel, Gingins (2013) *Demain en main*, éd. Loisirs et pédagogie, le Mont/Lausanne