

Etude et suivi hydrologique par satellites

Cette activité montre l'intérêt des données satellites pour étudier les ressources en eau et leur évolution, avec pour exemple le lac Nasser, sur le Nil. Ce type d'étude peut être réalisé pour tout lac ou fleuve et permet des comparaisons (avec d'autres lieux, sur long terme ...)



Page 1 : Présentation pédagogique
Page 2 : Fiche élève
Page 3 : Correction fiche élève
Pages 4 et 5 : « En savoir plus »

Relations aux programmes scolaires et compétences du cycle 4

Géographie

Thèmes 2 et 3 : Des ressources limitées, à gérer et à renouveler¹ - L'environnement, du local au planétaire²

SVT : La planète Terre, l'environnement et l'action humaine³

Thèmes pluridisciplinaires : Transition écologique et développement durable, Sciences, technologie et société, ou encore : L'eau

Mise en œuvre de l'activité

Centrée sur l'observation de l'évolution du lac Nasser à partir de données satellites, cette activité peut s'inscrire dans un cadre large de thématiques autour de l'hydrologie (effets du réchauffement climatique, prévention/adaptation aux risques induits, enjeux économiques, sociaux, environnementaux...) et contribuer aux programmes scolaires, notamment de SVT et en géographie, en s'intégrant à l'étude de cas confiée au choix du professeur.

En préalable à la fiche élève, on pourra localiser le barrage d'Assouan et le lac sur le cours du Nil, légendier un fond de carte avec des éléments géographiques (Cf annexe).

Consigne 1 : La lecture du graphique nécessitera de s'approprier l'échelle du temps : malgré les dates précises indiquées, il sera nécessaire de faire des approximations (NB : la hauteur d'eau est une hauteur altimétrique et non la hauteur de la colonne d'eau ou profondeur du lac.).

L'étude de la hauteur d'eau du lac au cours du temps révèle des variations à 2 échelles temporelles :

- à l'échelle annuelle (question a) avec variations saisonnières : hausse hivernale du niveau puis baisse du niveau (question b)

- à une échelle plus longue, avec une tendance globale à la hausse (question c). En mathématiques, on pourra tracer la droite de cette variation globale (Cf correction page 3), calculer la pente,...

Consigne 2 : Les images proposées sont des images optiques dans le visible de Sentinel 2⁴ obtenues sur le site SentinelHub Playground (Cf « En savoir plus »). Leur observation fournira l'occasion de se questionner sur les relations niveau d'eau/surface/volume (question b).

Cette étude pourra se poursuivre par un questionnement sur les origines possibles de l'augmentation de la surface et du niveau du lac depuis 2014 : moins de relâchers d'eaux ? Plus de précipitations en amont ?... Les hypothèses formulées nécessiteront des recherches pour être validées et montreront l'intérêt de croiser les données pour observer les évolutions (Utilisation de ressources, Cf padlet).

1-Sous thème 1 (Sieme) : - L'énergie, l'eau: des ressources à ménager et à mieux utiliser. Avec étude de cas au choix du professeur, contextualisée à l'échelle mondiale

2-Sous-thème 1 : Le changement climatique et ses principaux effets géographiques régionaux. Étude de cas au choix du professeur : effets observés ou potentiels d'un changement climatique et d'une politique locale, régionale ou nationale, pour les éviter, les modérer ou s'y adapter.

Sous-thème 2 : Prévenir et s'adapter aux risques (liés au changement climatique...)

3- Risques naturels et risques liés aux activités humaines, mesures de prévention, protection, adaptation, atténuation.

→ faire prendre conscience à l'élève des conséquences de certains comportements et modes de vie (ex: pollution des eaux et raréfaction dans certaines régions.)

- Caractériser quelques enjeux de l'exploitation d'une ressource naturelle par l'être humain, en lien avec quelques questions de société.

4-Mises en niveau de gris pour l'impression papier.

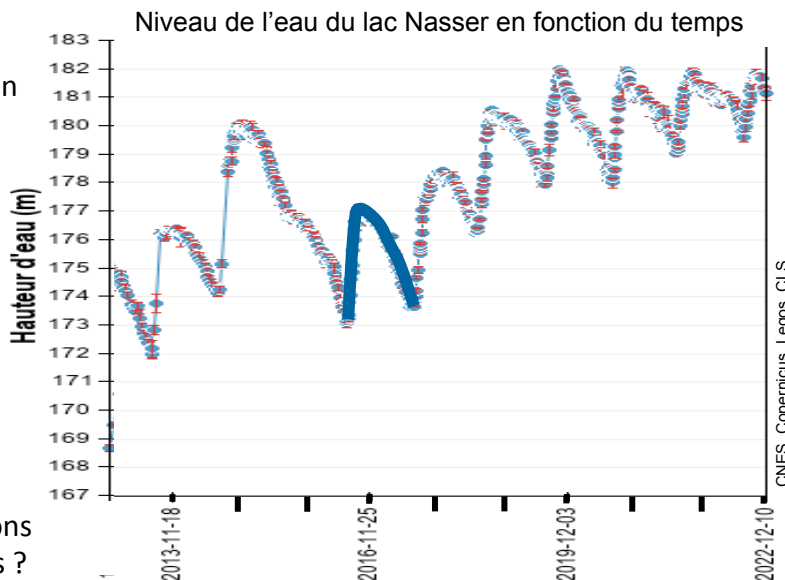
Suivre l'évolution du lac Nasser grâce aux données satellites

Le lac Nasser, long de 500 km et de 5 à 35 km de large, est situé à la frontière entre l'Égypte et le Soudan, en plein désert. Ce lac artificiel, alimenté par les eaux du Nil, s'est formé grâce à la construction du haut barrage d'Assouan, entre 1958 et 1970.

Les satellites permettent d'étudier l'évolution de ce réservoir d'eau qui a une importance capitale pour la région et ses populations.

1 Le graphique ci-contre montre l'évolution du niveau de l'eau du lac Nasser .

a) Décrivez la variation tracée en gras sur la courbe (durée, variation du niveau,...)



b) Comment expliquer la succession de variations similaires du niveau de l'eau au cours du temps ?

.....

.....

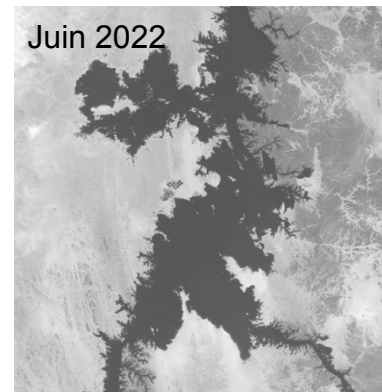
c) De combien a varié approximativement le niveau de l'eau entre juin 2014 et juin 2022 ?

.....

2 Grâce aux images satellites, on peut également observer la surface occupée par le lac Nasser :

Nature de la surface :

- eau
- sol



Source : SentinelHub Playground

a) Comment la surface du lac Nasser a t'elle évolué de 2014 à 2022 ?

.....

b) Comment expliquer l'évolution globale de la surface et du niveau de l'eau (Cf 1c) du lac Nasser ?

.....

.....

Suivre l'évolution du lac Nasser grâce aux données satellites

Le lac Nasser, long de 500 km et de 5 à 35 km de large, est situé à la frontière entre l'Égypte et le Soudan, en plein désert. Ce lac artificiel, alimenté par les eaux du Nil, s'est formé grâce à la construction du haut barrage d'Assouan, entre 1958 et 1970.

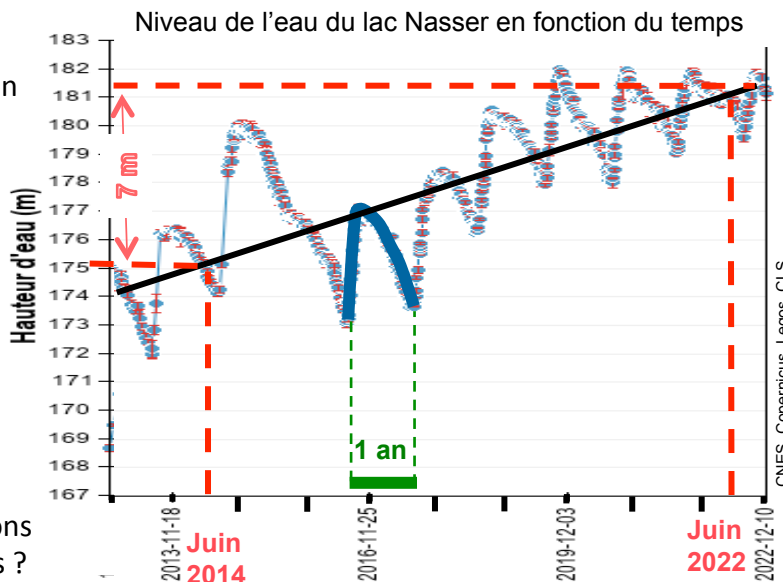
Les satellites permettent d'étudier l'évolution de ce réservoir d'eau qui a une importance capitale pour la région et ses populations.

1 Le graphique ci-contre montre l'évolution du niveau de l'eau du lac Nasser.

a) Décrivez la variation tracée en gras sur la courbe (durée, variation du niveau,...)

... La variation du niveau d'eau tracée en gras dure une année, avec une hausse de 4 mètres (« pic ») suivie d'une baisse de presque 4 mètres.

b) Comment expliquer la succession de variations similaires du niveau de l'eau au cours du temps ?



.....Les variations de niveau s'observent chaque année (9 variations entre 2013 et 2022) car il s'agit de variations saisonnières, avec hausse du niveau rapide en hiver et baisse le reste de l'année

c) De combien a varié approximativement le niveau de l'eau entre juin 2014 et juin 2022 ? Le niveau d'eau a augmenté d'environ 7m

2 Grâce aux images satellites, on peut également observer la surface occupée par le lac Nasser :

Nature de la surface :

- eau
- sol



Source : SentinelHub Playground

a) Comment la surface du lac Nasser a-t-elle évolué de 2014 à 2022 ?

..... La surface du lac a augmenté entre 2014 et 2022

b) Comment expliquer l'évolution globale de la surface et du niveau de l'eau (Cf 1c) du lac Nasser ?

..... Le niveau et la surface du lac ont tous deux augmenté : soit le volume d'eau (stock) a augmenté, soit le fond du lac s'est comblé

« En savoir plus »

→ Egypte et lac Nasser

Seul fleuve parcourant l'Égypte dans un axe sud/nord, le Nil constitue une ressource en eau vitale pour la population et les activités économiques de toute la vie égyptienne au milieu d'un vaste désert, le Grand Sahara¹.

86 % de son débit provient du Nil bleu, alimenté par les abondantes précipitations estivales qui arrosent les hautes terres éthiopiennes. Au niveau d'Assouan, le fleuve a déjà perdu de sa puissance (évapotranspiration en amont de l'Égypte) mais dispose encore d'assez de force pour arriver jusqu'au Caire puis au delta du Nil. Depuis 1970, le barrage d'Assouan protège l'Égypte des inondations annuelles du Nil et constitue également une très importante réserve d'eau dans une région où les sécheresses sont dramatiques.

Dans un contexte de forte croissance démographique, le lac Nasser a ainsi permis l'irrigation², mais aussi l'électrification, le développement de l'industrie et la pisciculture, contribuant au développement de l'Égypte et à la paix sociale entre les divers utilisateurs.

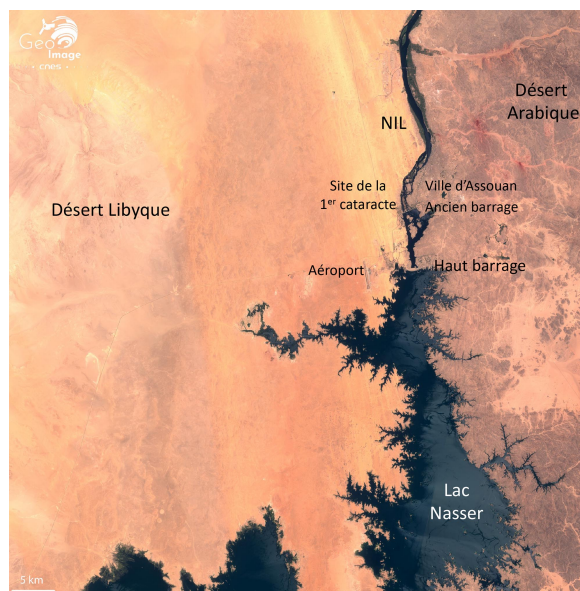


Image en couleurs naturelles de résolution native à 10m prise par le satellite Sentinel-2 le 20 juin 2019.
© COPERNICUS SENTINEL 2019, tous droits réservés

Cependant le barrage a également entraîné une diminution de la fertilité des sols en aval par l'arrêt du transport d'alluvions, maintenant retenues dans le lac. L'utilisation massive d'engrais pour conserver les rendements agricoles vue la pression démographique a entraîné une prolifération d'algues gênant la navigation et la pêche.

Au niveau du delta, la diminution de l'apport en sédiments a renforcé l'érosion, intensifiée par la montée du niveau de la mer liée au réchauffement climatique : disparition de plages, recul du trait de côte (jusqu'à plus d'1km) et salinisation accrue des eaux douces du Nil. La construction de murs par les Égyptiens pour protéger leur terre a un coût important pour une efficacité toute relative.

La recherche de solutions et de techniques agricoles durables se développe pour faire face aux besoins économiques et environnementaux actuels (baisse des revenus, exode rural, élévation du prix de la nourriture, tensions politiques, diminution du développement économique (agriculture, pêche³...)

→ Evolution du niveau de l'eau du Lac Nasser et partage des eaux du Nil

Le niveau du Nil peut augmenter ou baisser de façon saisonnière mais également de pendant de grandes périodes. Ces variations globales et saisonnières posent des problématiques pour la gestion des eaux du Nil qui, long de 6771 km, se partage entre onze pays⁴.

Le lac Nasser est également tributaire de ces variations du Nil. Par exemple, la forte baisse pendant une dizaine d'années du débit du Nil à partir de 1979 a été reliée à la période prolongée de sécheresse sur les hauts plateaux éthiopiens et a entraîné une baisse importante du lac.

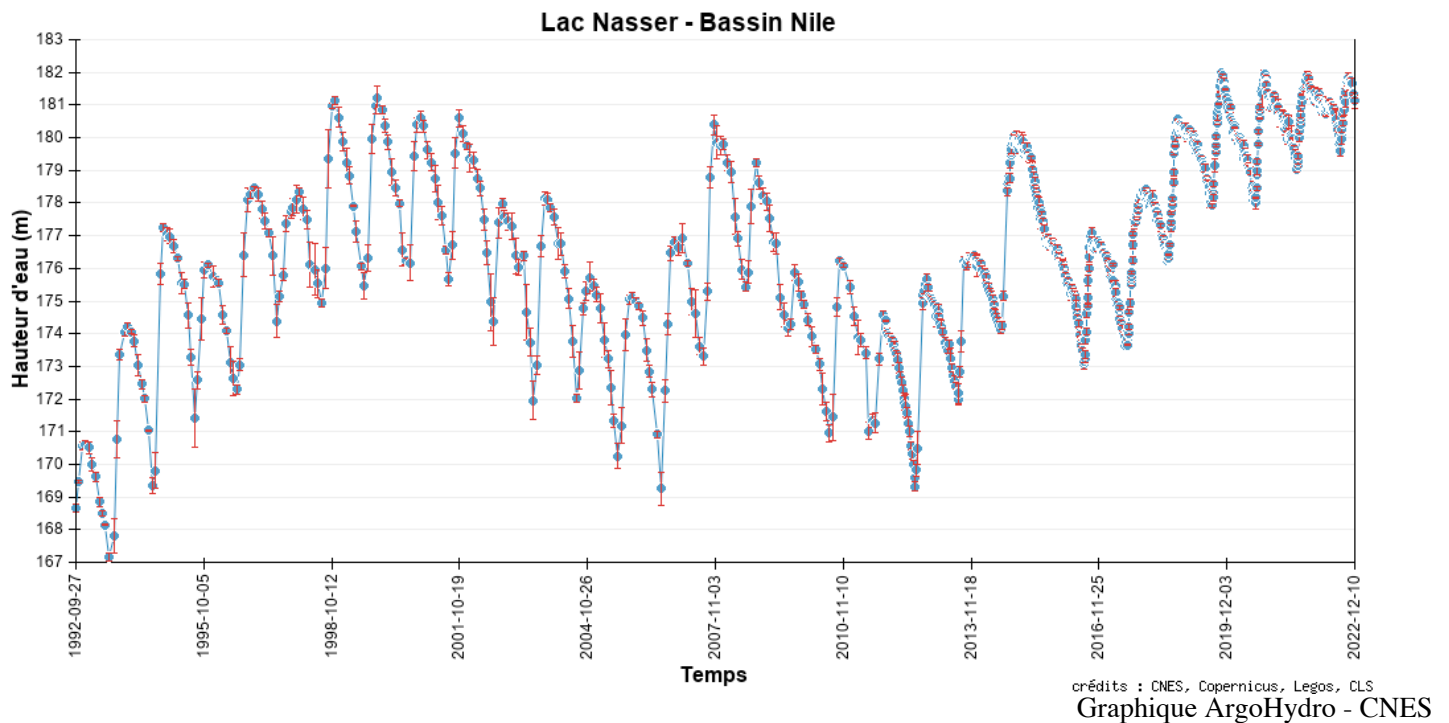
Le suivi par satellite depuis 1992 permet d'observer les variations saisonnières mais également globales du niveau d'eau du lac Nasser : hausse de 1992 à 1998, baisse de 2001 à 2006, hausse de 2006 à 2008, baisse de 2008 à 2012, puis nouvelle hausse globale de 2012 à actuellement. La compréhension de ces variations est importante pour l'Égypte pour gérer la ressource en eau et anticiper.

1- 96 % du territoire égyptien est désertique et 95 % de la population est rassemblée dans la vallée du Nil qui occupe 4 % de la superficie.

2- Avec par exemple la possibilité de plusieurs récoltes annuelles de riz avec de meilleurs rendements

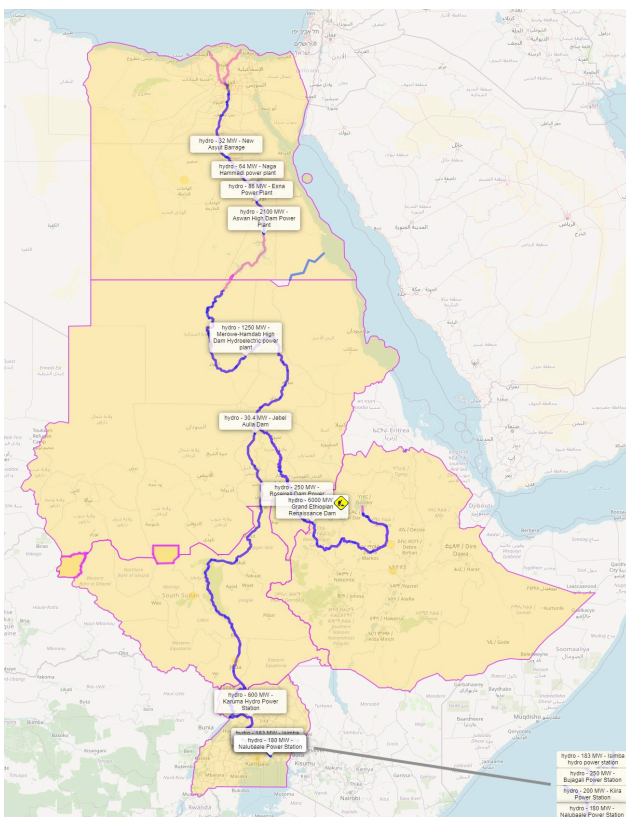
3 -Impacts sur le phytoplancton et toute la chaîne alimentaire, avec des conséquences importante sur la pêche.

4 -Tanzanie, Kenya, Burundi, Rwanda, Ouganda, République démocratique du Congo, Éthiopie, Érythrée, Soudan, Soudan du Sud et Égypte



Ainsi, de 1998 à 2001, le niveau du lac est resté très important, ce qui a été relié à la crue dramatique du Nil à cette période en lien avec des précipitations abondantes sur le plateau d'Éthiopie. Les débits moyens des eaux, exceptionnels dès l'automne 98, ont dépassé les limites habituelles, provoqué des débordements répétés du lac Nasser formant même de nouveaux lacs et entraîné des inondations catastrophiques sur les rives du Nil égyptien. Cet épisode a révélé que le lac Nasser ne peut pas absorber les crues les plus fortes.

Si le Nil est ponctué depuis les années 1920 de plusieurs barrages à vocation hydro-électrique ou agricole¹, l'essor démographique des Etats traversés² entraîne une augmentation de leurs besoins en eaux. Les nouveaux projets de barrage en amont du lac Nasser constituent une problématique importante pour l'Égypte et pour la paix dans la région.



En 2009 a été inauguré le grand barrage de Mérowé, sur la quatrième cataracte au Soudan. La baisse constatée du niveau du lac Nasser à cette période est elle due au lent remplissage de ce nouveau barrage ?

En juillet 2020 et pour plusieurs années, a démarré le remplissage du barrage de la Renaissance qui alimente la centrale hydroélectrique la plus puissante d'Afrique mise en service le 20 février 2022, sur le Nil bleu en Éthiopie. Ce barrage suscite des tensions avec les pays situés en aval (Soudan et Égypte), qui craignent une diminution des débits d'eau et des apports de limon. La hausse du niveau du lac Nasser depuis 2016 est elle liée à une volonté de gérer différemment cette ressource par l'Égypte en gardant plus d'eau en réserve ?

Face aux variations des ressources en eau, à leurs conséquences et aux projections climatiques futures, une solidarité globale des États est nécessaire.

Barrages hydroélectriques sur le Nil
CC-BY Erik Zachte SA 4.0

¹ Comme, sur le Nil Bleu, les barrages de Roseires et Sennar

² La population de l'ensemble des États du Nil doublera entre 2013 (376 Mh) et 2050 (800 Mh)

Annexes :

Carte à légènder



Images du lac Nasser (colorées)

