

Atlas de la vallée du Sourou (Mali)

Partie 3



Altenburg & Wymenga



CONSEILLERS ÉCOLOGIQUES

Colofon

Zwarts, L., M. Bekkema & J. van der Kamp 2019. Atlas de la vallée du Sourou (Mali).

A&W-rapport 2543 – partie 3.

Altenburg & Wymenga, Feanwâlden / Care International Mali, Bamako.

Photo de couverture : Richard Julia

Care International au Mali

BP 1766, Bamako, Mali

(223) 2024 22 62

Consultant

Altenburg & Wymenga conseillers écologiques

Suderwei 2, 9269 TZ Feanwâlden, Pays Bas

(31) 511 474764

Atlas de la vallée du Sourou (Mali)

Partie 3

La partie 3 de l'Atlas montre pour la vallée du Sourou (Mali) si les précipitations annuelles sur le site sont corrélées au débit du fleuve et à la zone d'inondation.

Précipitations

Les précipitations annuelles (comme indiqué dans Fig. 9 de la Partie 1) sont basées sur des mesures satellitaires quotidiennes et doivent donc être considérées comme des estimations approximatives. Les erreurs de mesure disparaissent en grande partie lorsque les précipitations journalières sont additionnées par an. Pour examiner si les estimations satellites des précipitations annuelles diffèrent systématiquement des précipitations réelles mesurées sur les stations au sol, la Fig. 1 montre à la fois les prévisions annuelles de précipitations pour toute la vallée (minimum, moyenne et maximum) et les précipitations aux trois stations météorologiques voisines: Bandiagara (14,350°Nord et 3,611°Ouest), Hombori (15,333°Nord et 1,683°Ouest) et Ouahigouya (13,567°Nord et 2,417°Ouest).

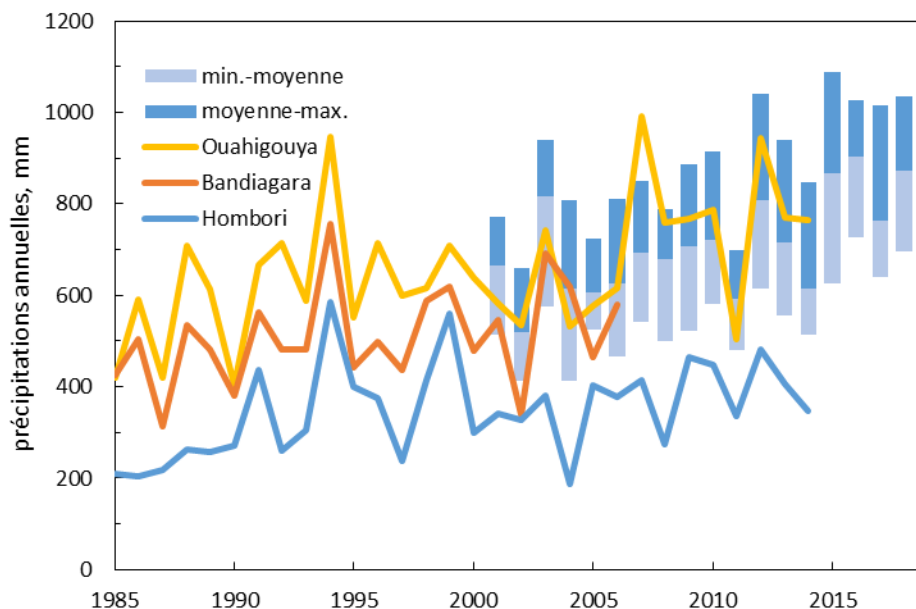


Fig. 1. Les précipitations annuelles mesurées aux trois stations météorologiques (Bandiagara, Hombori et Ouahigouya) et les précipitations estimées pour la partie malienne du bassin du Sourou (minimum, moyenne et maximum) (voir la figure 9 et Tableau 1 dans la première partie de cet atlas).

La relation entre les précipitations annuelles estimées et mesurées localement peut être déterminée de différentes manières. Hombori présentait une corrélation élevée avec l'estimation de précipitations minimales ($R = +0,77$) et Ouahigouya et Bandiagara avec l'estimation de précipitations maximales ($R = +0,76$ et $+0,96$, respectivement).

Niveaux d'eau du Sourou à Goéré

Le niveau de l'eau dans le Sourou est au plus bas avant la saison des pluies, en mai et juin. Le niveau de l'eau s'élève ensuite d'environ 2 mètres pendant la saison des pluies. Le niveau d'eau le plus élevé est atteint vers le 1er novembre (Fig. 2). La variation saisonnière du niveau d'eau n'est pas la même pour toutes les années. À Goéré (13,501° Nord et 3,451° Ouest; 15 km au sud de Baye et 25 km au nord de la frontière avec le Burkina Faso), le niveau maximum d'eau en 1996 était de un mètre inférieur à celui de 2012, 2015 et 2018 (Fig. 2). Même pendant les mois secs, le niveau d'eau peut varier d'une année à l'autre.

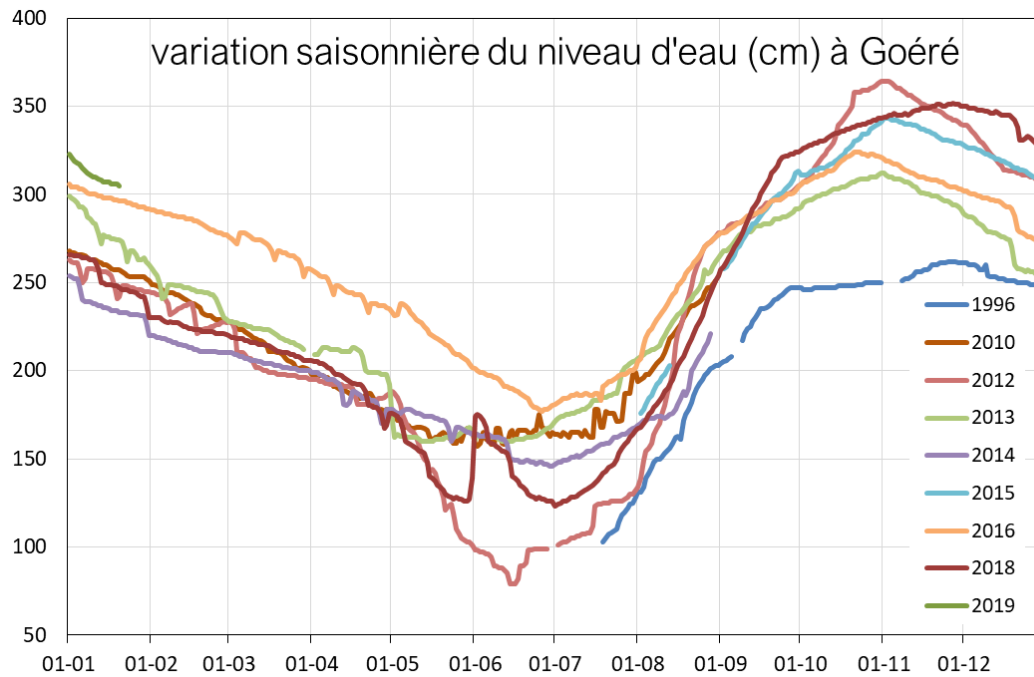


Fig. 2. Les mesures quotidiennes du niveau d'eau dans le fleuve Sourou (cm sur l'échelle de Goéré) pendant neuf ans

Débits

Le débit d'eau du fleuve Sourou, mesuré quotidiennement près de Yaran (Fig. 3), varie au cours de la saison. Yaran se situe à 20 km en aval de la frontière entre le Mali et le Burkina et à 25 km en amont du barrage situé près de Koury et de Moara (Burkina Faso). Le minimum est à la fin de la saison sèche et le maximum après la fin de la saison des pluies, en moyenne le 8 novembre (au plus tard le 19 octobre et au plus tôt le 4 décembre). Les débits maximaux varient entre les années : pendant la grande sécheresse (1985-1993) le débit moyen a été établi en moyenne à 273 m³/s (min. 230 et max. 330 m³/s), mais depuis lors (1994-2006) à un niveau supérieur, de 455 m³/s (min. 255 m³/s, max. 795 m³/s). Trois années ont été caractérisées par des débits importants: 1994, 1999 et 2003 (Fig. 4).

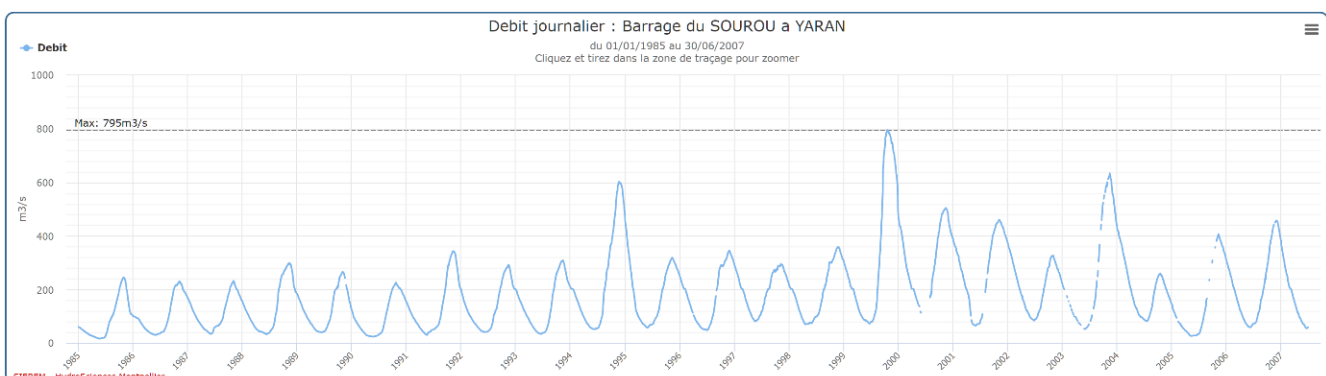


Fig. 3. Le débit journalier dans le Sourou près de Yaran (Lanfièra, 12,753° N et 3,433° W) entre 1 janvier 1985 et 30 Juin 2007. Source : HydroSciences, Montpellier.

<http://www.hydrosciences.fr/sierem/v2/graphSC.asp?SCID=BFQ4048>

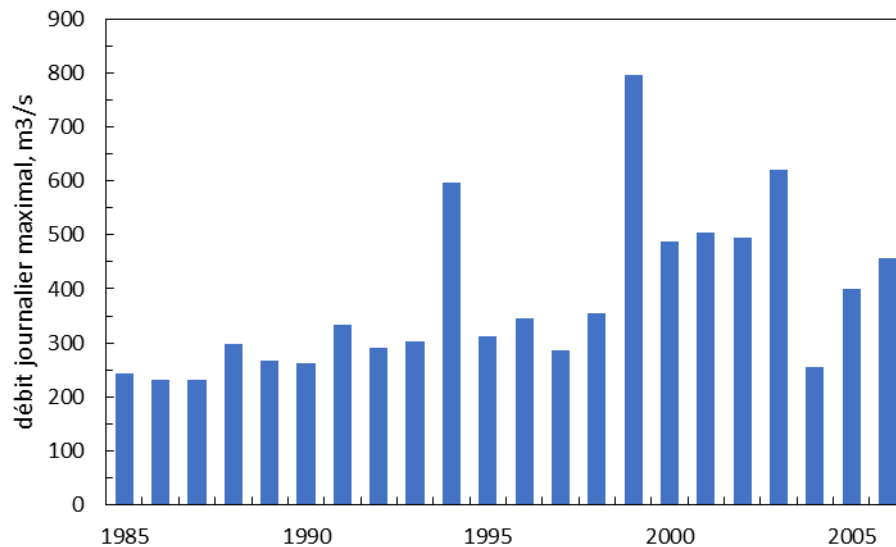


Fig. 4. Débit journalier du Sourou au maximum par an (données de la Figure 3).

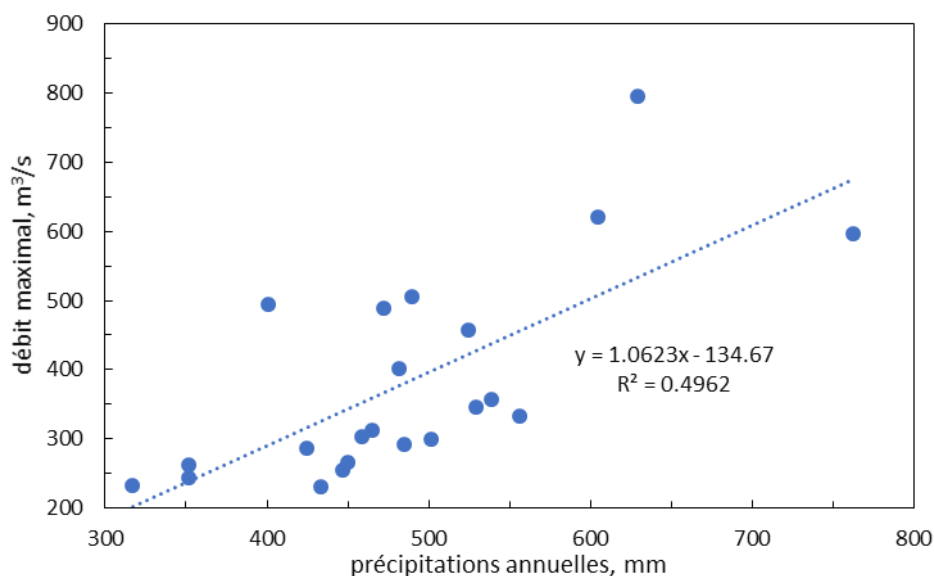


Fig. 5. Débit journalier du Sourou au maximum par an (données de la Figure 4) comparé aux précipitations annuelles de 1985 à 2006 ; moyenne pour trois stations météorologiques voisines (données de la Figure 1).

La relation attendue entre les précipitations annuelles (Figure 1) et le débit annuel maximal du fleuve (Figure 4) est présenté (Figure 5), mais pas très forte. Afin d'estimer les précipitations dans le bassin du Sourou, nous n'avons pu utiliser les estimations satellites (trop peu de chevauchements avec la série de mesures du débit du rivière). Par conséquent, les précipitations sont estimées en prenant la moyenne de trois stations météorologiques voisines.

Zone d'inondation

Le fleuve Sourou est clairement visible sur les images satellites. En comparant les images de la période sèche en décembre et autour de décembre pendant plusieurs années (Fig. 7), on pouvait s'y attendre à très peu de zones inondées au cours des années sèches (1984, 1987) et une inondation beaucoup plus étendue les années humides (1999, 2003, 2007-2010), mais l'inondation (Fig. 7) en fonction de la pluviométrie (Fig. 1) ou du débit (Fig. 3) n'est pas évidente. Par exemple, la zone d'inondation de 1994 est petite, bien qu'il s'agît d'une année pluvieuse avec un fort débit du fleuve. Peut-être que l'image satellite de 1994 est postérieure à la saison sèche.

Relation entre les précipitations, le débit et l'inondation

Depuis 1989, un barrage a été construit dans le Sourou, près de Koury et Moara (Burkina Faso ; 12,753 °Nord et 3,435 °Ouest), à 45 km au sud de la frontière malienne. Le barrage devait permettre d'irriguer 30 000 hectares de terres agricoles, mais depuis lors, une partie seulement a été réalisée. La figure 7 montre clairement où et quand les polders irrigués ont été construits près de la frontière malienne.

Le barrage doit avoir eu un effet ascendant sur le niveau de l'eau en amont du barrage, certainement pendant la saison sèche, mais cela n'apparaît pas lorsque l'on compare les images avant et après la construction en 1989 (Fig. 7). Un tel effet n'était pas non plus attendu car les variations saisonnières du débit de la rivière près de Yaran (Fig. 3) n'ont pas changé de niveau après 1989. L'effet du barrage n'est probablement pas visible sur les Figures 3 et 7 parce que le débit dans les années 1980 et 1990 était très faible (Fig. 3).

Afin de bien étudier la relation entre les précipitations, le débit du fleuve et l'inondation de surface inondée, et mieux que dans cette étude, il est nécessaire de faire une sélection d'images satellites pour lesquelles la date est connue. Les images sélectionnées doivent ensuite être converties en cartes de l'eau (voir la partie 2 de cet atlas) et ces cartes de l'eau sont corrélées aux précipitations (Fig. 9 dans la partie 1 de cet atlas) et au niveau d'eau connu pour cette journée (Fig. 2) et niveau d'eau ou le débit du fleuve (Figures 2 et 3).

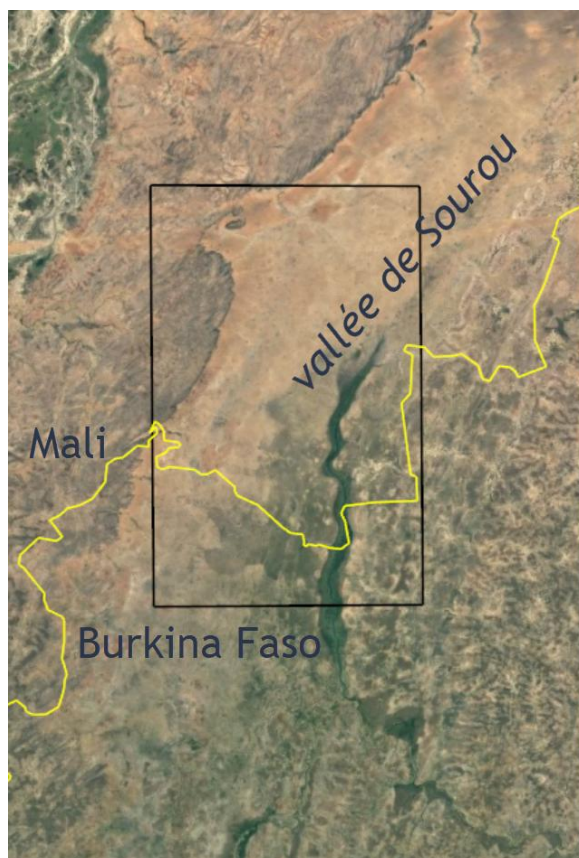


Fig. 6. La vallée du Sourou comme on le voit sur Google Earth. La ligne jaune est la frontière entre le Mali et le Burkina Faso. La boîte noire indique la zone pour laquelle des photos satellites annuelles sont présentées ci-dessous pour la période 1984-2016 (Fig. 7).



Le Sourou au Burkina Faso, 30 km en aval de la frontière malienne, en décembre 2018.

Fig. 7. Trente-quatre images Google Earth du Sourou pendant la saison sèche pour la zone indiquée par une boîte noire sur la Fig. 6. N.B. En raison d'un dysfonctionnement du capteur dans Landsat 7, des images sont rayées ; ces bandes sont visibles sur les images de 2003-2013.

1984

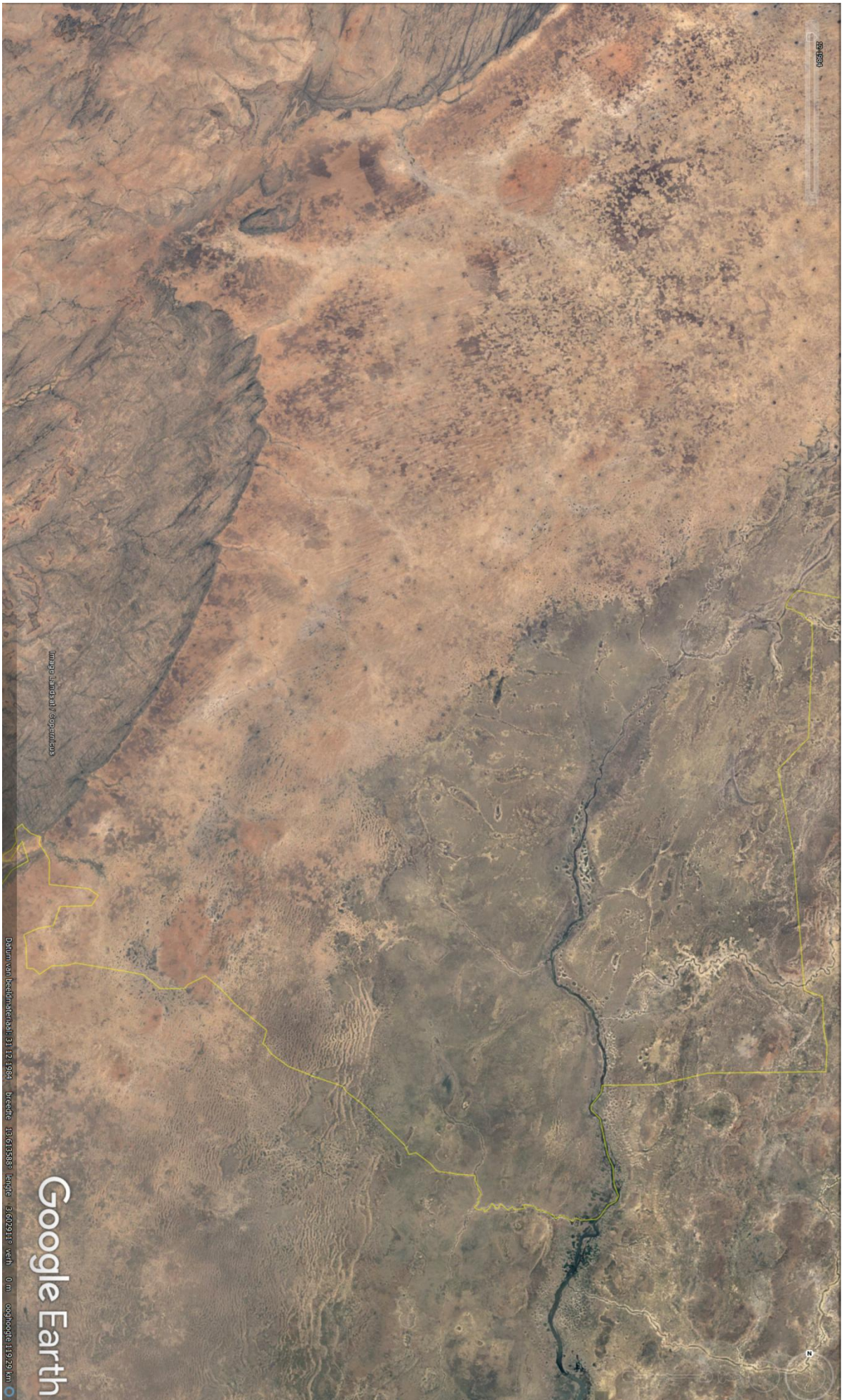
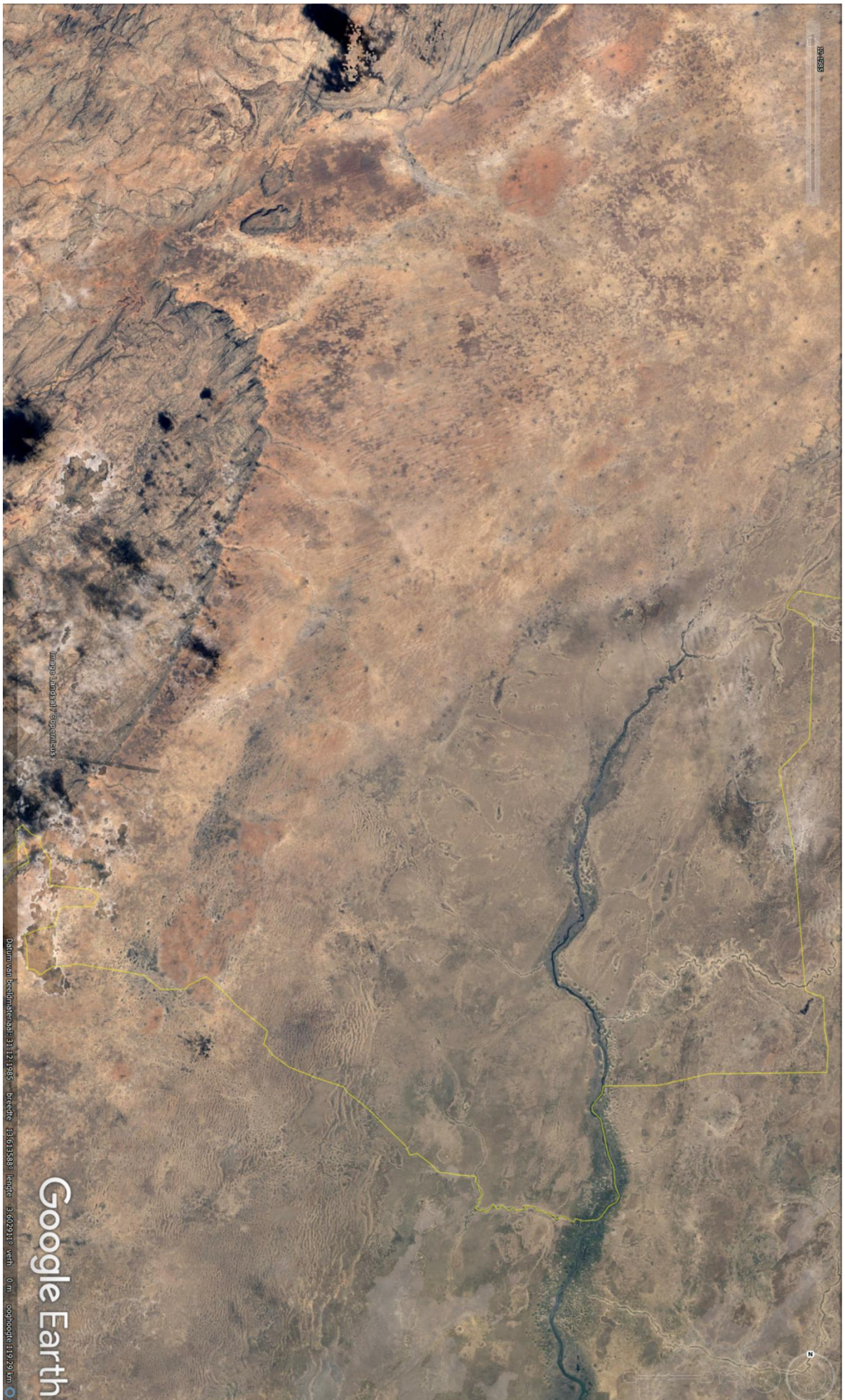


Image Landsat 5, September 1984

Datum van beeldmateriaal: 31.12.1984 breedte: 33.613888 lengte: -107.29111 verp: 0m coördinatie: 119.29 km

Google Earth

1985



1986

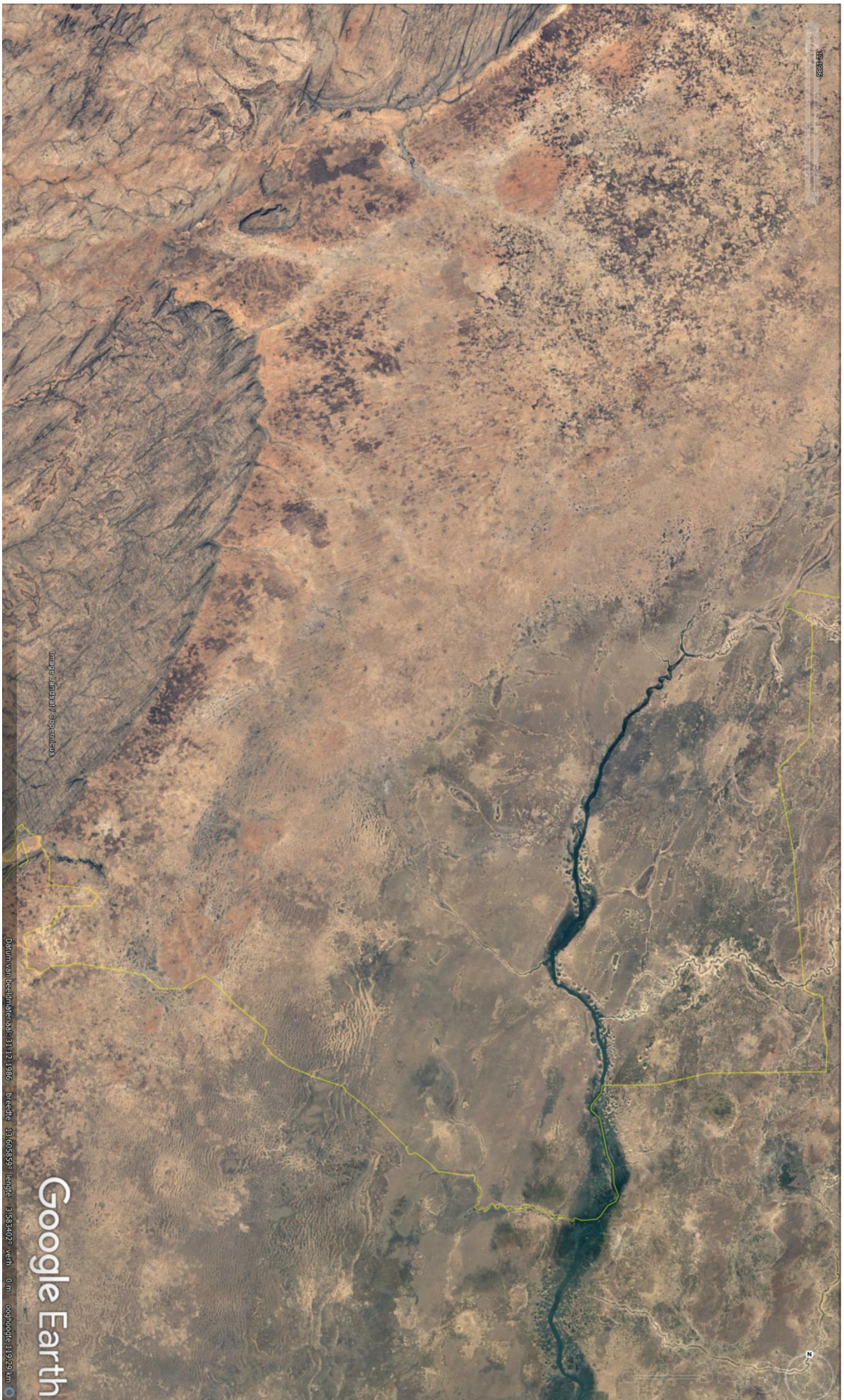
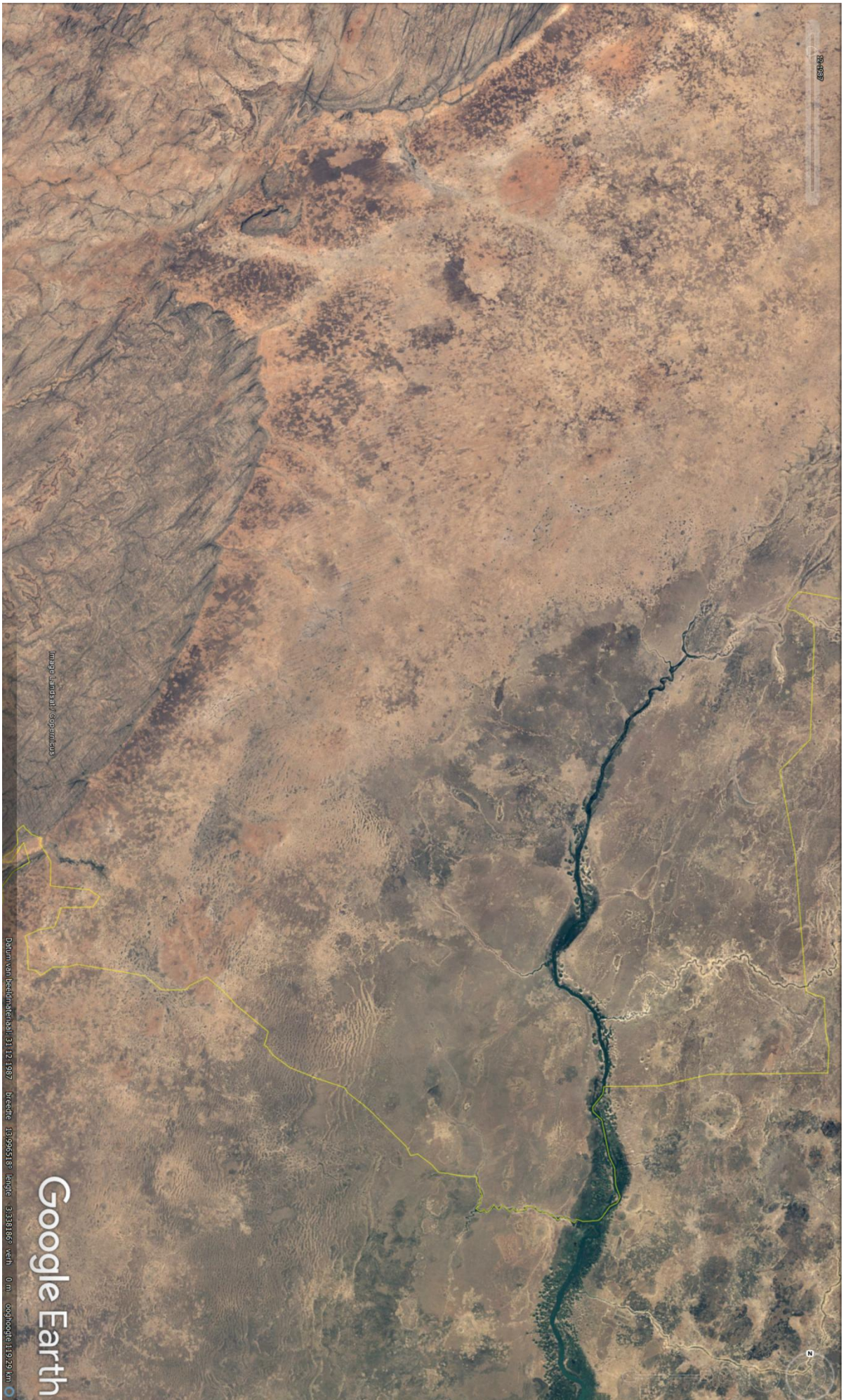


Image Landsat 7, September 2003

Datum van beeldmateriaal: 31-12-1986 breedte: 33.605839° lengte: -83.583402° vert: 0 m coördinaten: 119.29 km

Google Earth

1987



Google Earth

Datum van beeldmetingen: 31.12.1987 breedte: 33.996518 lengte: -3.338186 verf: 0 m hoogte: 119.29 m

1987

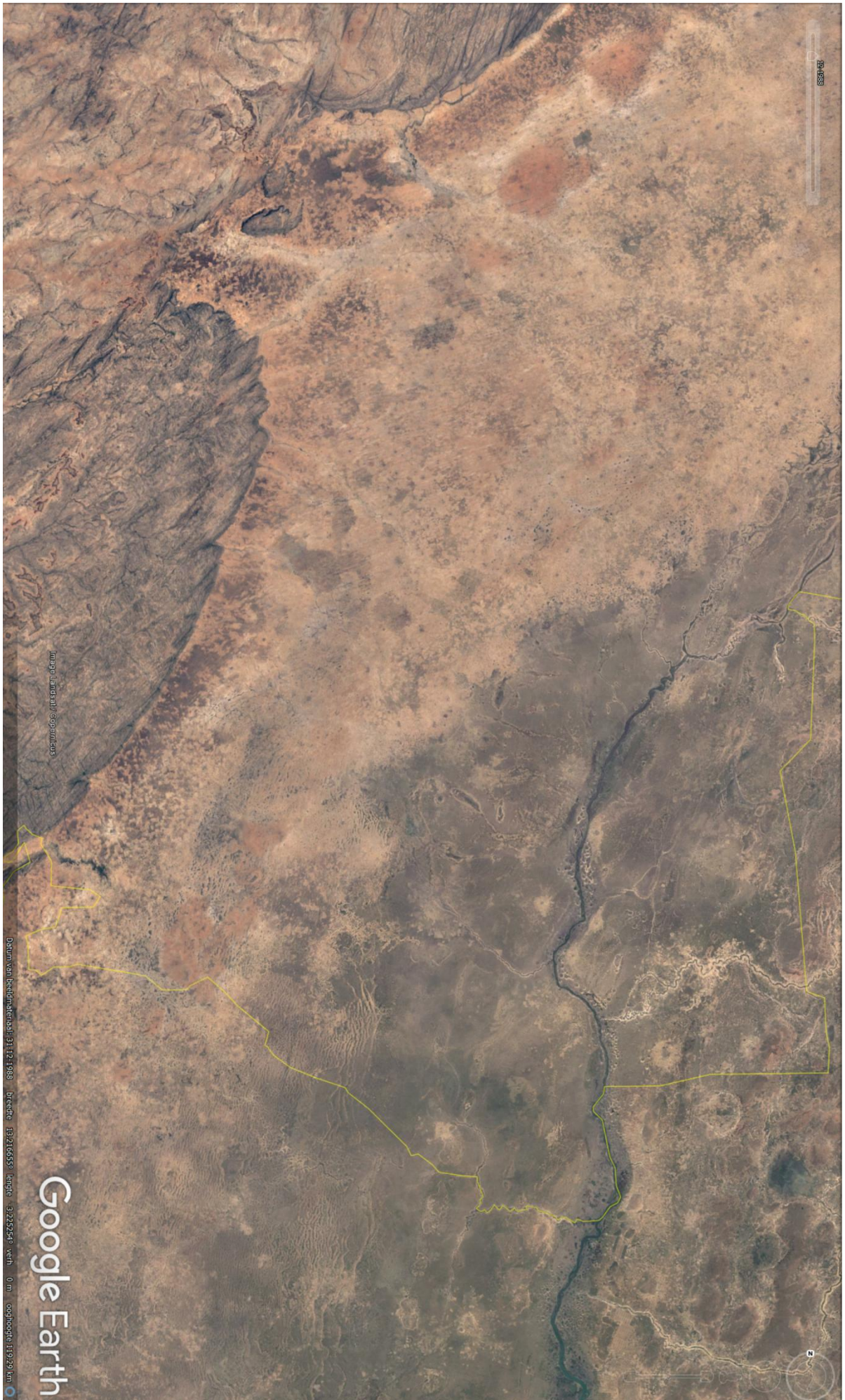


Image Landsat 5, September 1987

Datum van beeldmeten: 31.12.1983 breedte: 33.216655 lengte: -112.252545 verh.: 0 m ooghoogte: 119.29 km

Google Earth

1988

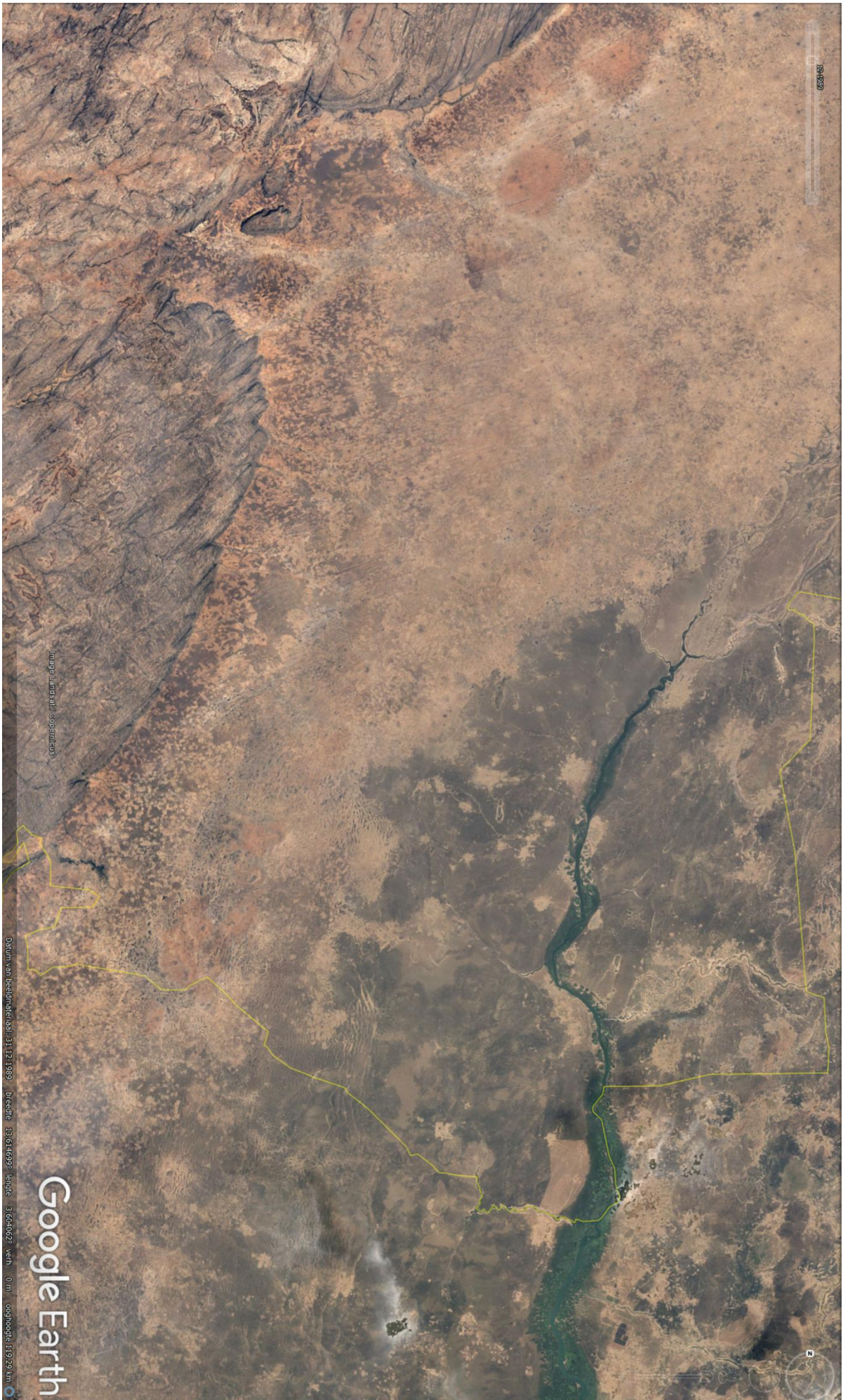


Image Landsat 5, September 1988

Datum van beeldmetingen: 31.12.1989, breedte: 33.614693, lengte: 3.604022, verh.: 0 m, coördinaten: 119.29 km

Google Earth

1989

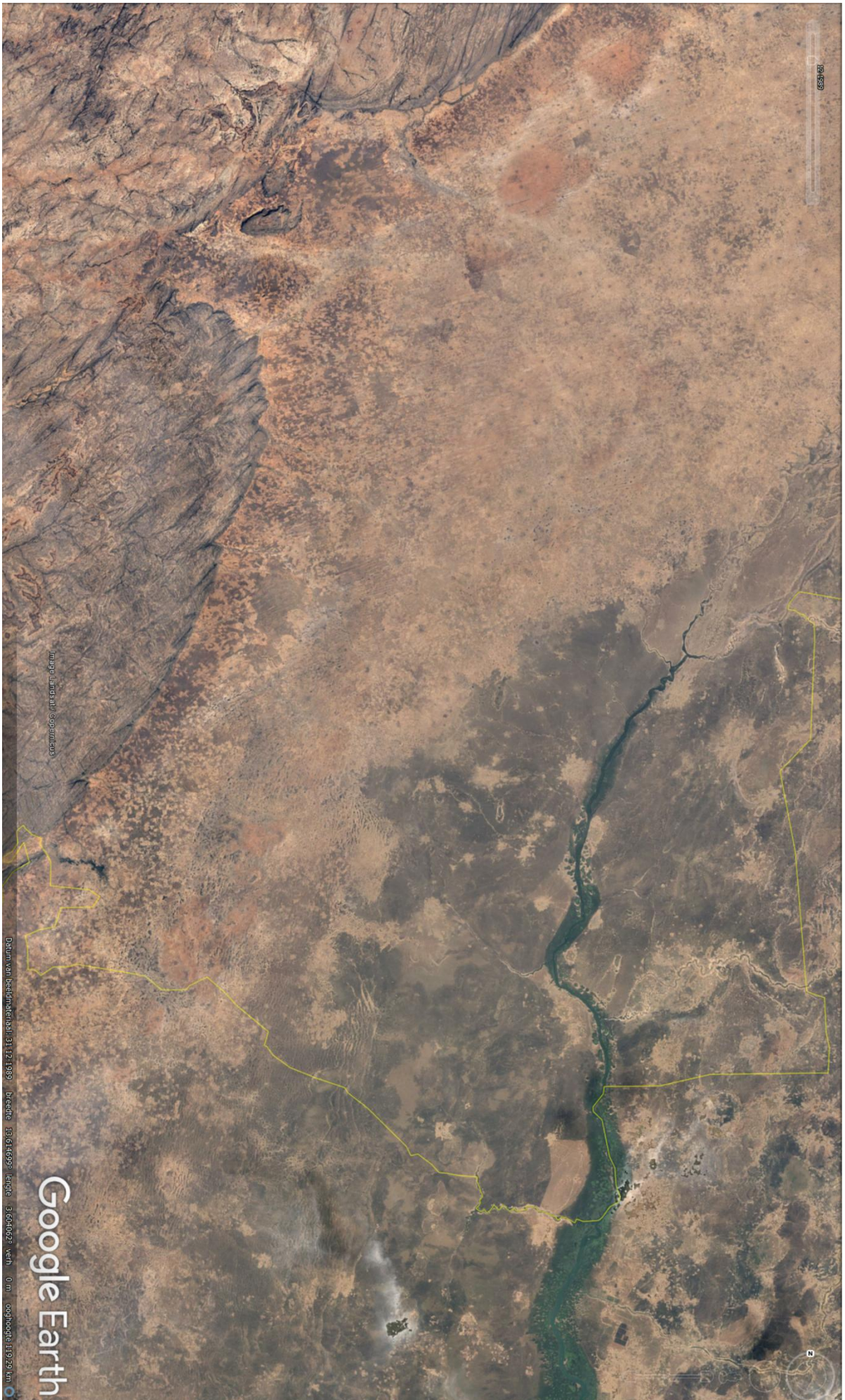


Image Landsat 5, September 1989

Datum van beeldmetingen: 31.12.1989, breedte: 33.614699, lengte: 3.601062, verh.: 0 m, oophoofte: 119.29 km

Google Earth

1990

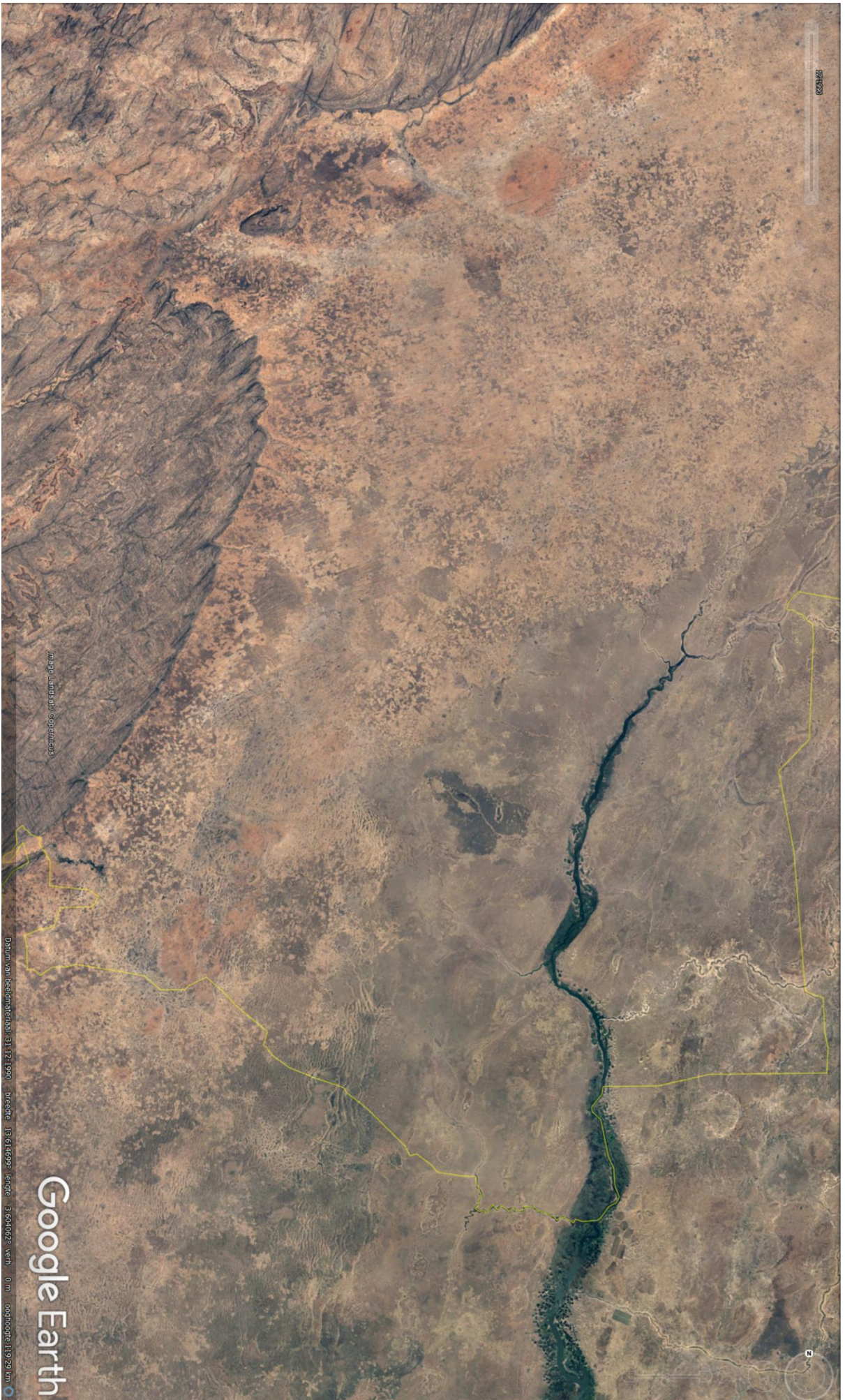
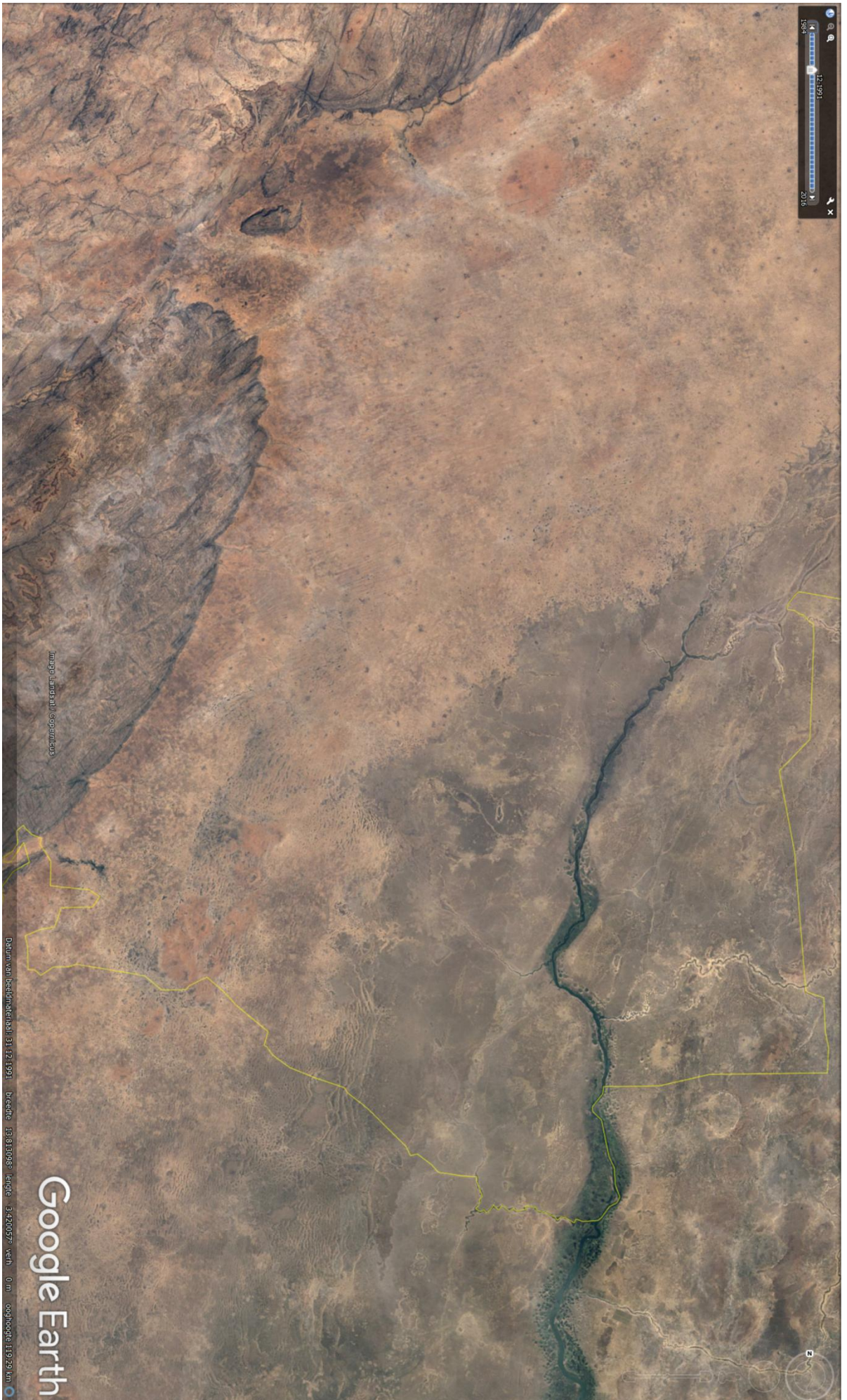


Image Landsat / Copernicus

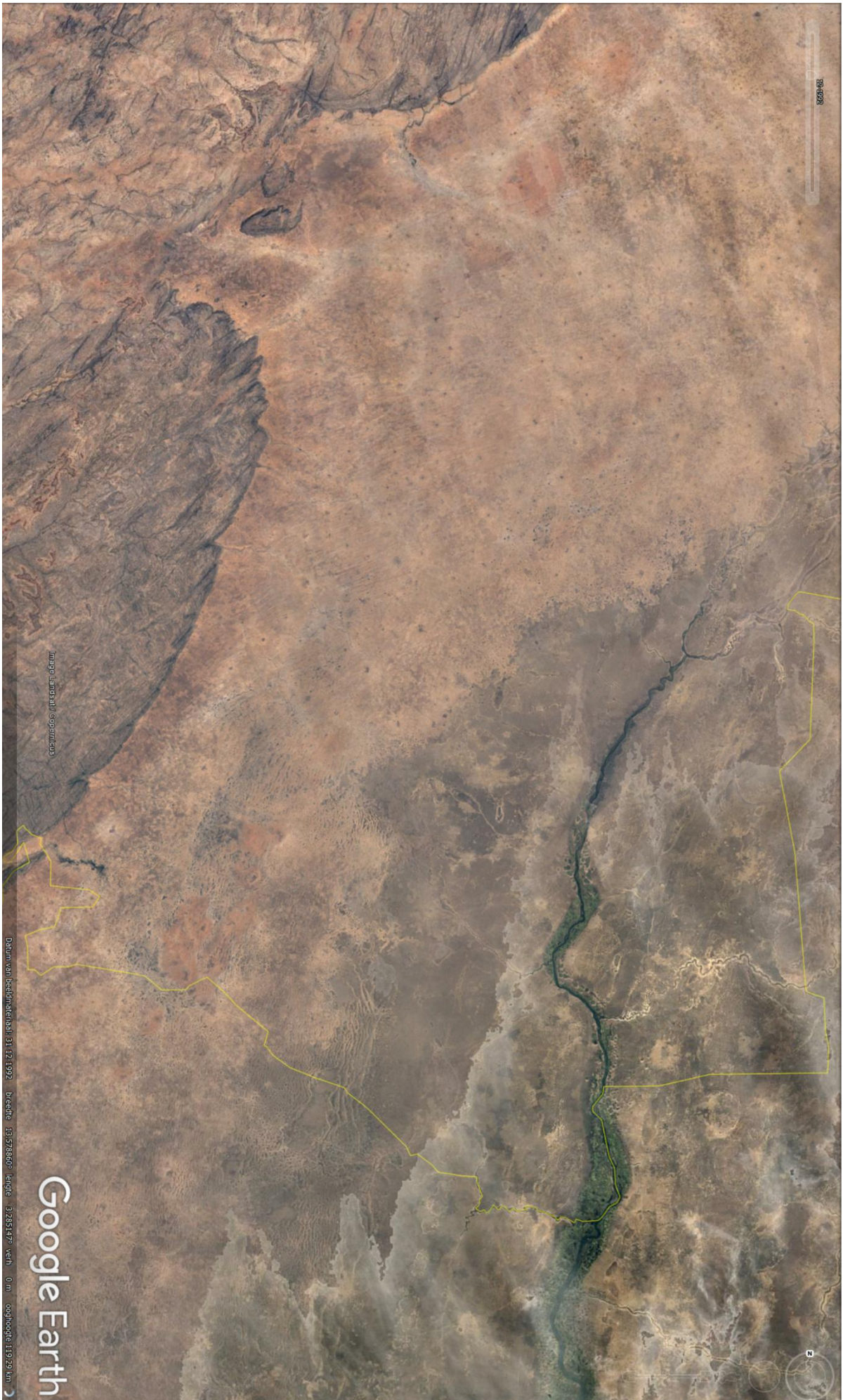
Datum van beeldmateriaal: 31-12-1990 Breedte: 13.614609° Lengte: 3.664062° Vert: 0 m Hoogte: 119,29 km

Google Earth

1991



1992



Google Earth

Datum van beeldmeting: 31.12.1992, breedte: 33.578860, lengte: 3.285147, verh.: 0 m, coördinaten: 119.29 km 2

Image Landsat 5, 31.12.1992

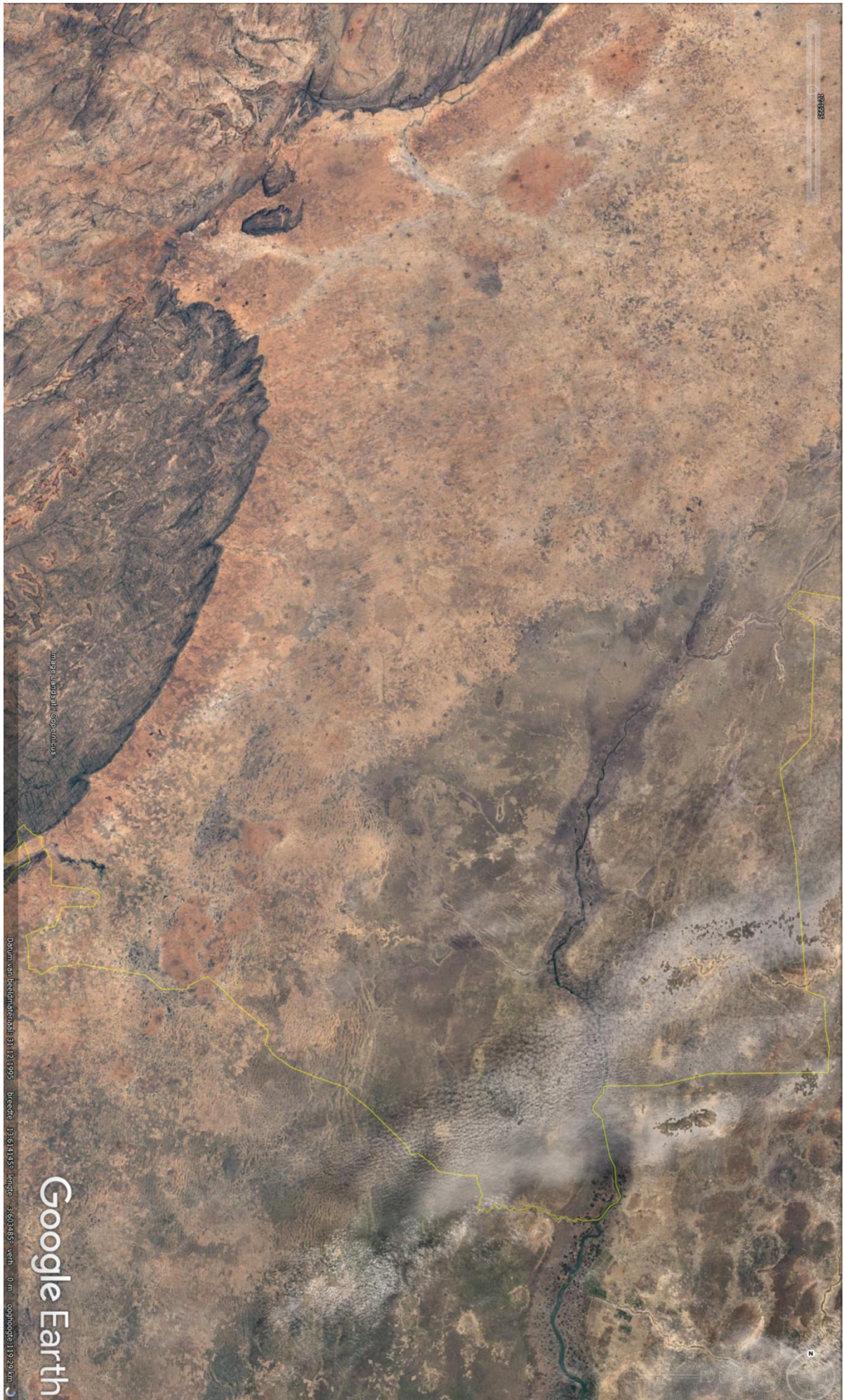
1993



1994



1995



1996



1997



Google Earth

Datum: van Beeldmeten: 31.12.1997 breedte: 13.863536 lengte: 3.351232 vert: 0 m hoogte: 119.29 m

Image Landsat / 30m/pixel

1998



1999



Google Earth

Datum: van de datum 31.12.1999 breedte: 13.28.22° lengte: 3.63.15° vert: 0 m coördinaten: 13.28.22°

Image Landsat 5 TM

2000



Google Earth

Datum: WGS 1984, datum: 31.12.2000, breedte: 13.355869, lengte: 3.260924, verh.: 0 m, oorsprong: 119.29 km

2001

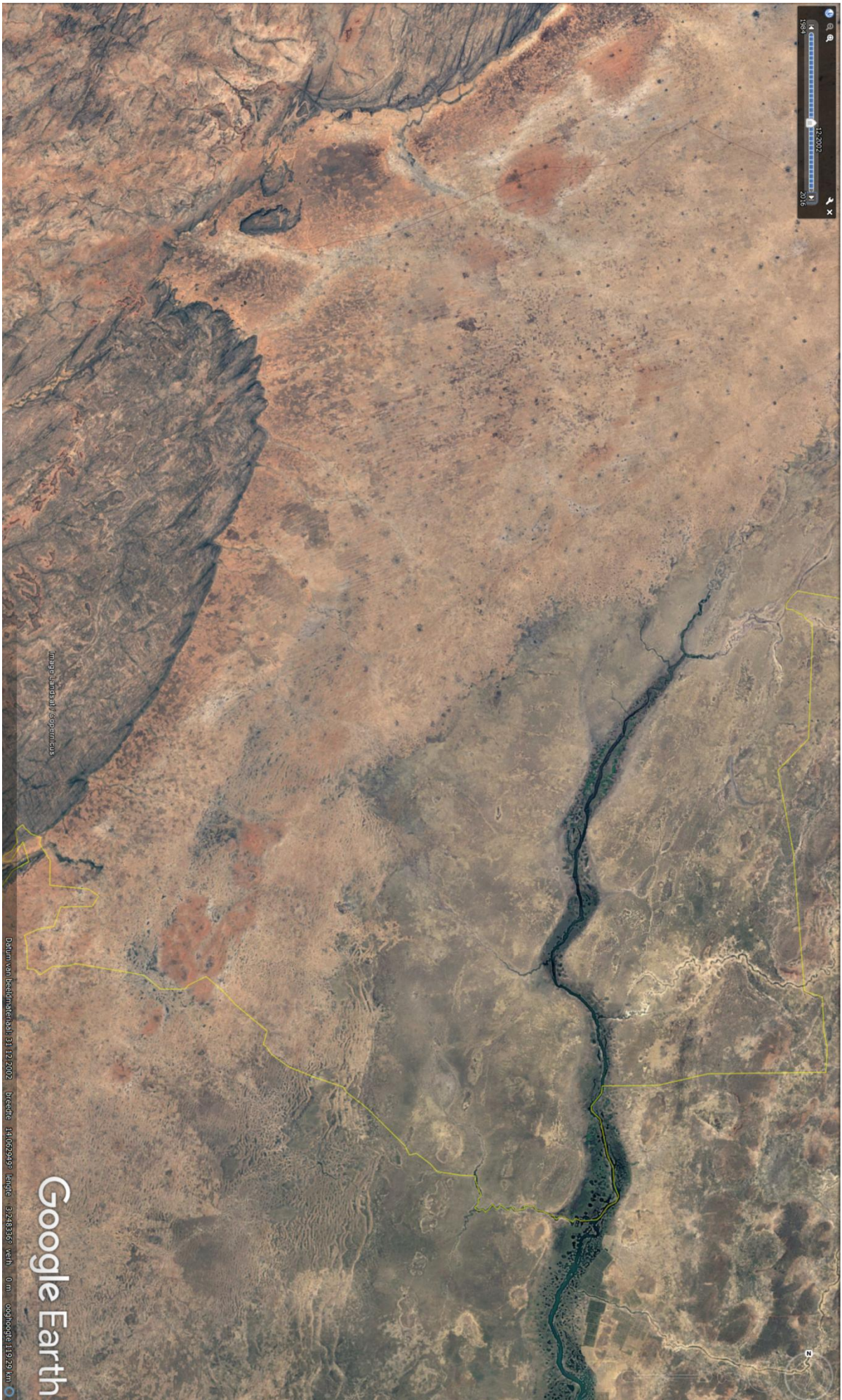


Google Earth

Donnerstag, 21.12.2001

breit: 13.82555° | Länge: 3.27527° | Höhe: 0 m | Koordinaten: 13.82555°

2002



2003

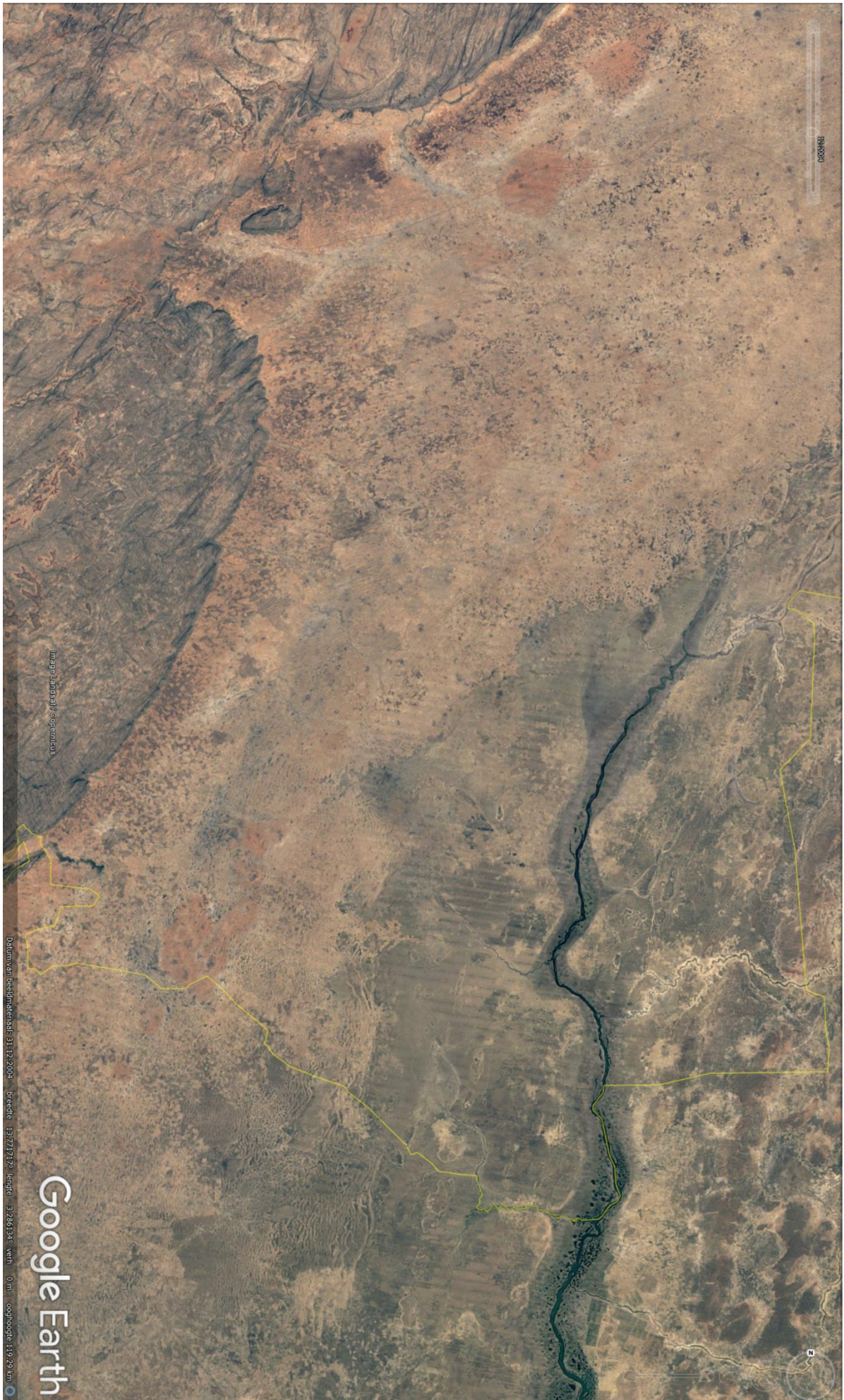


Google Earth

Datum von Satellitenbild: 31.12.2003 Breite: 13.901300° Länge: 8.251769° von 0 m Google 119.29 km

linde, linde, linde, linde

2004



Google Earth

Datum von Satellitenbild: 31.12.2004, Breite: 13.71717°, Länge: 8.26134°, von: 0 m, copyright: 19.2.2004

Image URL: 13.71717, 8.26134

2005



Google Earth

Image Landsat/Spotlight 31.12.2005 - Breite: 19.65248 - Länge: 3.24988 - Höhe: 0 m - GeoCode: 19.29 km

2006



2007



Google Earth

Datum: van bevestigingsdatum: 31.12.2007, breedte: 13.614705, lengte: 3.603486, verp.: 0 m, oorsprong: 11.972 km

Image Landsat / 30m

2008



2009



Google Earth

Datum van bestemmingen: 31.12.2009 breedte: 13.679323° lengte: 3.22631° vert.: 0 m. oorsprong: 119.29 km

Image Landsat / Spot-5

2010



Image Landsat 5/2000/01/01

Datum van beeldmetingen: 31.12.2010 breedte: 13.971095 lengte: -3.256408 verf: 0 m coördinaten: 119.29 km

Google Earth

2011



2012



2013



2014



Google Earth

Datum: van bevestigingsdatum: 31.12.2014 breedte: 13.769227° lengte: 3.506458° vert.: 0 m oorsprong: 119.2° km

Image Landsat/Satellite

2015



2016



Google Earth

Datum van beeldmeting: 31.12.2016 breedte: 13.00913° lengte: 3.22928° vert. 0 m hoogte: 119,27 m

Image Landsat/Satellite

