UNE HISTOIRE D'EAU SOUTERRAINE

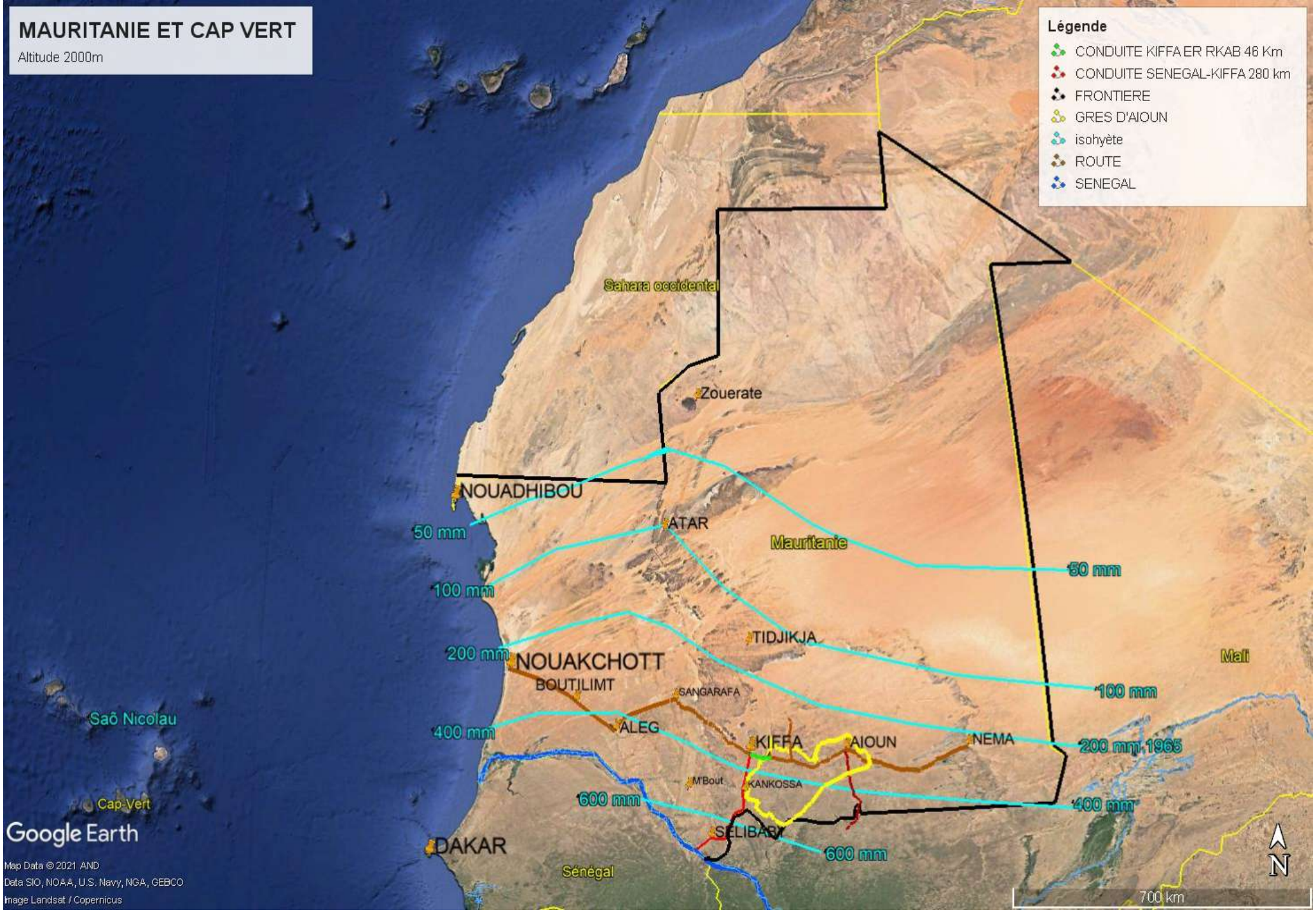
**

L'ALIMENTATIONE EN EAU POTABLE DE LA VILLE DE KIFFA A PARTIR DES GRÈS D'AIOUN

LUCIEN BOURGUET 27 .11. 2021

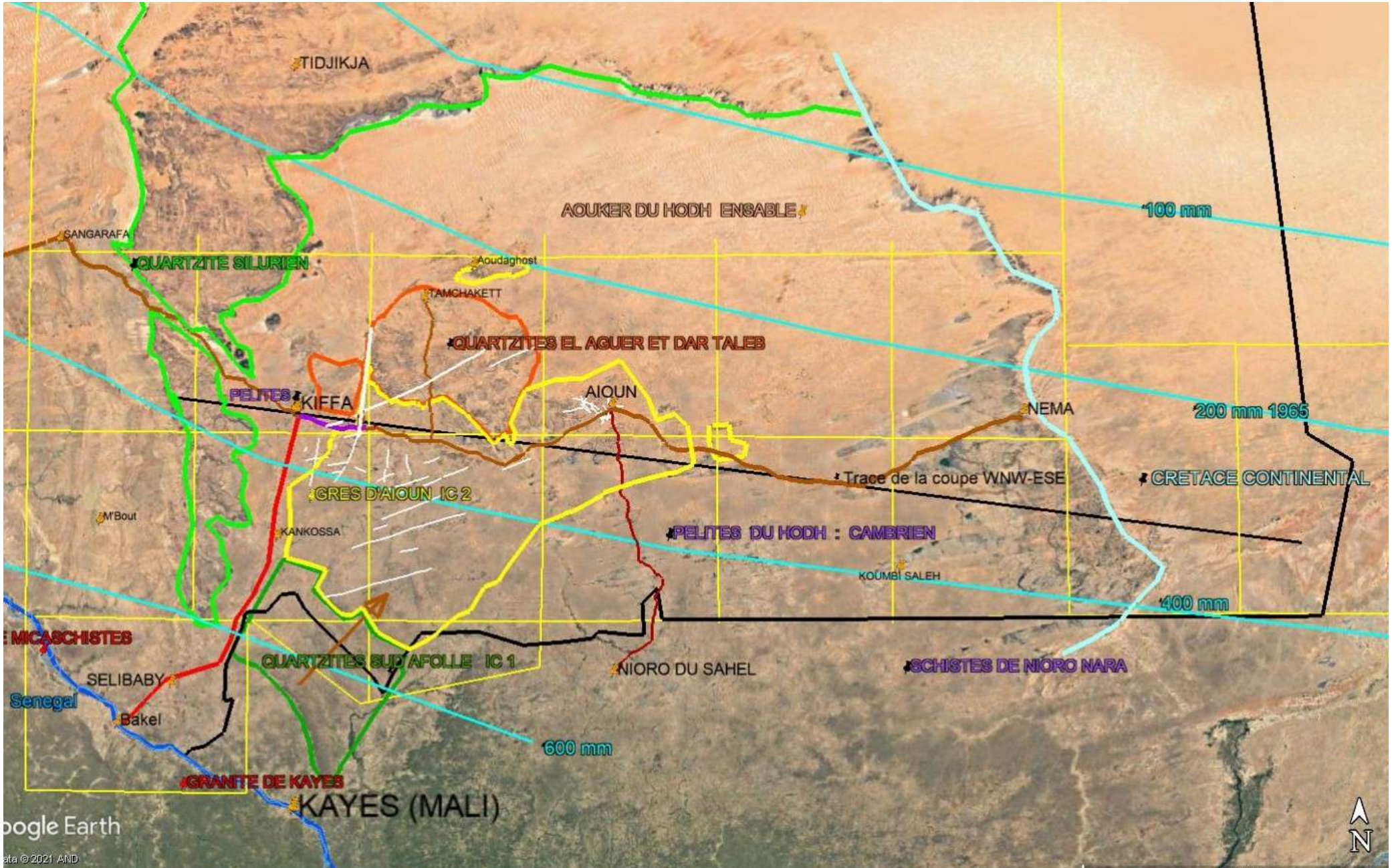
Jean ARCHAMBAULT

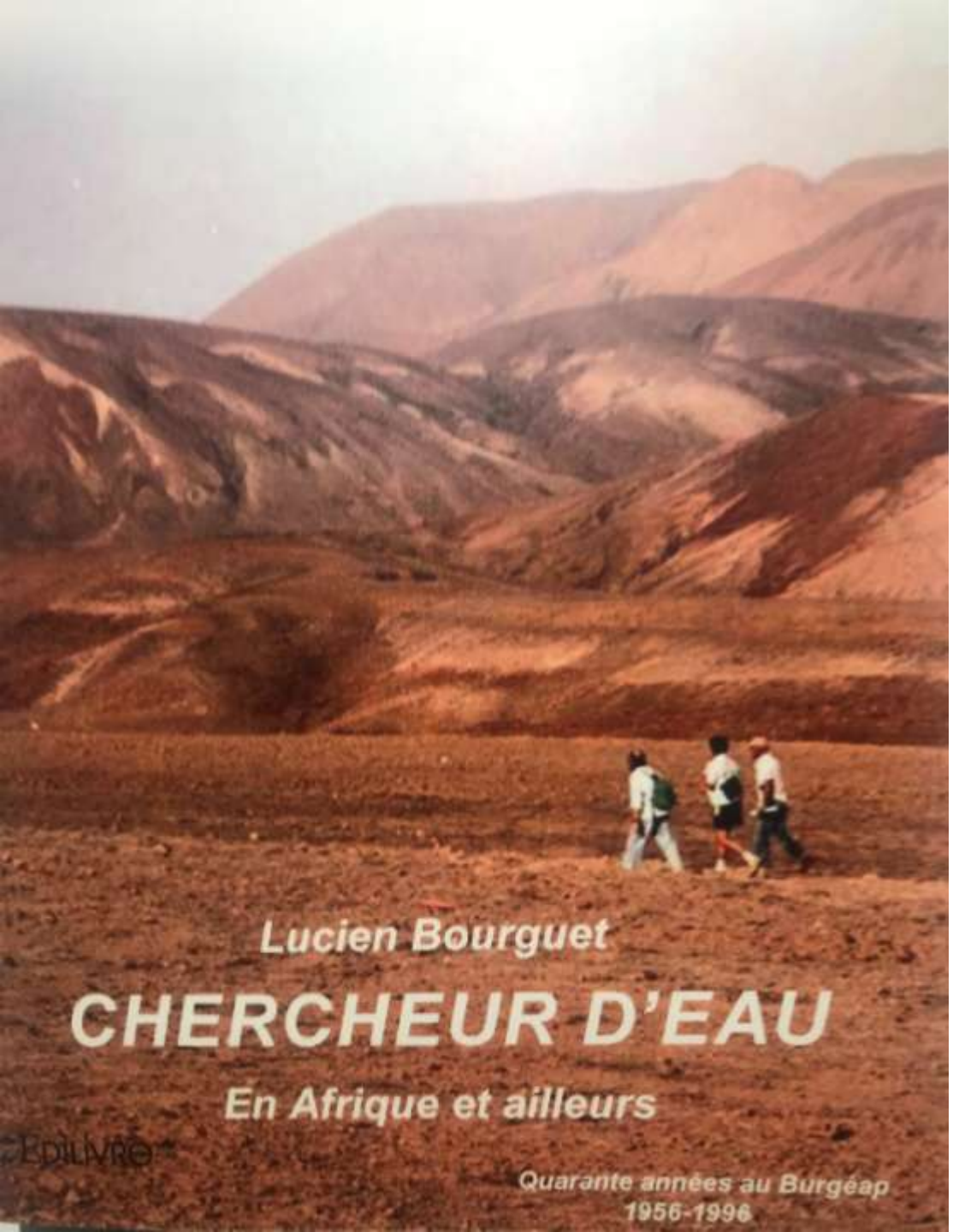
fondateur du BURGÉAP


MAURITANIE ET CAP VERT
Altitude 2000m
Légende
CONDUITE KIFFA ER RKAB 46 Km
CONDUITE SENEGAL-KIFFA 280 km
FRONTIERE
GRES D'AIOUN
isohyète
ROUTE
SENEGAL
Sahara occidental
Zouerate
NOUADHIBOU
ATAR
Mauritanie
50 mm
100 mm
200 mm
400 mm
600 mm
50 mm
100 mm
200 mm 1965
400 mm
600 mm
TIDJIKJA
NOUAKCHOTT
BOUTILIMT
SANGARAFA
ALEG
KIFFA
AIOUN
NEMA
M'Bout
KANKOSSA
SELIBABY
DAKAR
Sénégal
Mali
Saõ Nicolau
Cap-Vert
Google Earth
Map Data © 2021 AND
Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO
Image Landsat / Copernicus
700 km
N

1956-57 débuts en Mauritanie

LE SUD EST MAURITANIEN



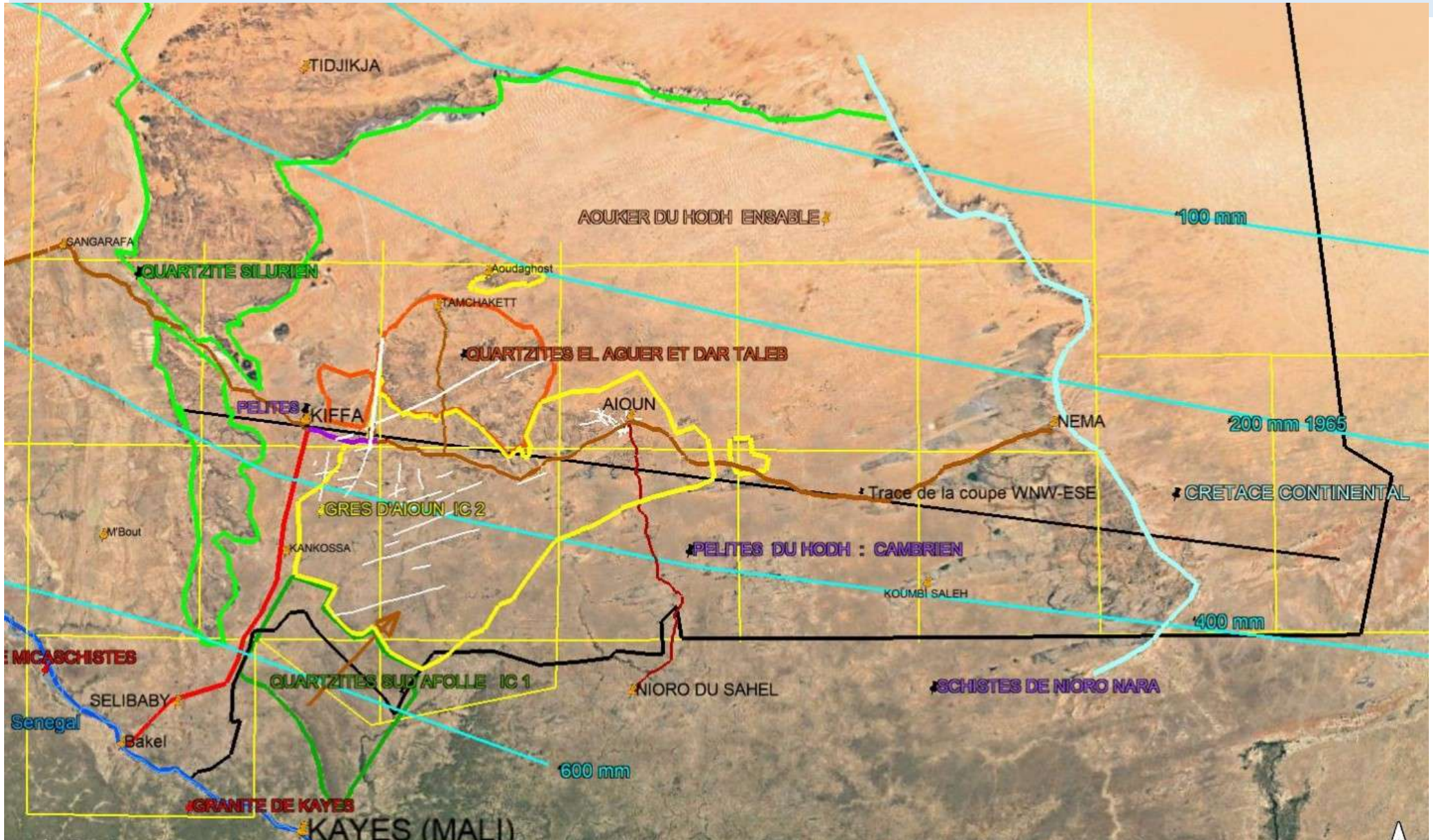


2018, Le chercheur d'eau retourne en Mauritanie

Mars 2018 : HYDROCONSEIL Moctar et son équipe de géophysique,

vaillants acolytes, momentanément à l’ombre

LE SUD-EST MAURITANIEN



KIFFA 1957

VUE D'AVION (5000 hab. ?)

KIFFA 2021

détail

LE PROBLÈME DE L'AEP DE KIFFA

- Les 80 000 habitants de kiffa, 3° ville de Mauritanie, ne disposent actuellement que de 2000 m3/jour (25 litres/Jour/Hab.) prélevés sur plusieurs champs captants situés dans un rayon de 25 km autour de la ville.

- Il faudrait disposer d'au moins 2000 m3/jour supplémentaires. Une conduite de 280 km est envisagée pour amener, depuis le fleuve Sénégal, une eau de surface diversement polluée et qu'il faudra traiter.

- AIOUN EL ATROUSS (25 000 habitants, à 200 km à l'Est de kiffa) exploite de longue date une eau très pure dans l'aquifère des grès « d'Aioun » : en 2018 elle y prélevait 1990 m3/jour.

- Il importait de démontrer la possibilité d'exploiter 2000 m3/jour sur cet aquifère des grès d'Aioun affleurants à 45 km à l'Est de la ville de KIFFA, aquifère qui, en plus d'Aioun et depuis 40 ans, alimente toutes les agglomérations situées le long de la route de l'Espoir.

O.
MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE POUR
LA RECHERCHE D'EAU EN MILIEU FISSURÉ

. Identifier l'aquifère adapté à l'objectif

.Localiser les captages possibles par recherche de linéaments

. Géophysique de contrôle

. Forages de reconnaissance

. Pompages d'essai

. Modélisation mathématique pour la synthèse

L'exemple d'AIOUN EL ATROUSS 2018-2020

11 forages au grès d'Aioun,
5 à 10 m3/h chacun,
= 2000 m3/jour

B.V topo = 100 km²
Pluie = 200 mm/an
« Cône d'influence » estimé : 40-80 km²
Pluie Utile estimée: 10-20 mm/an

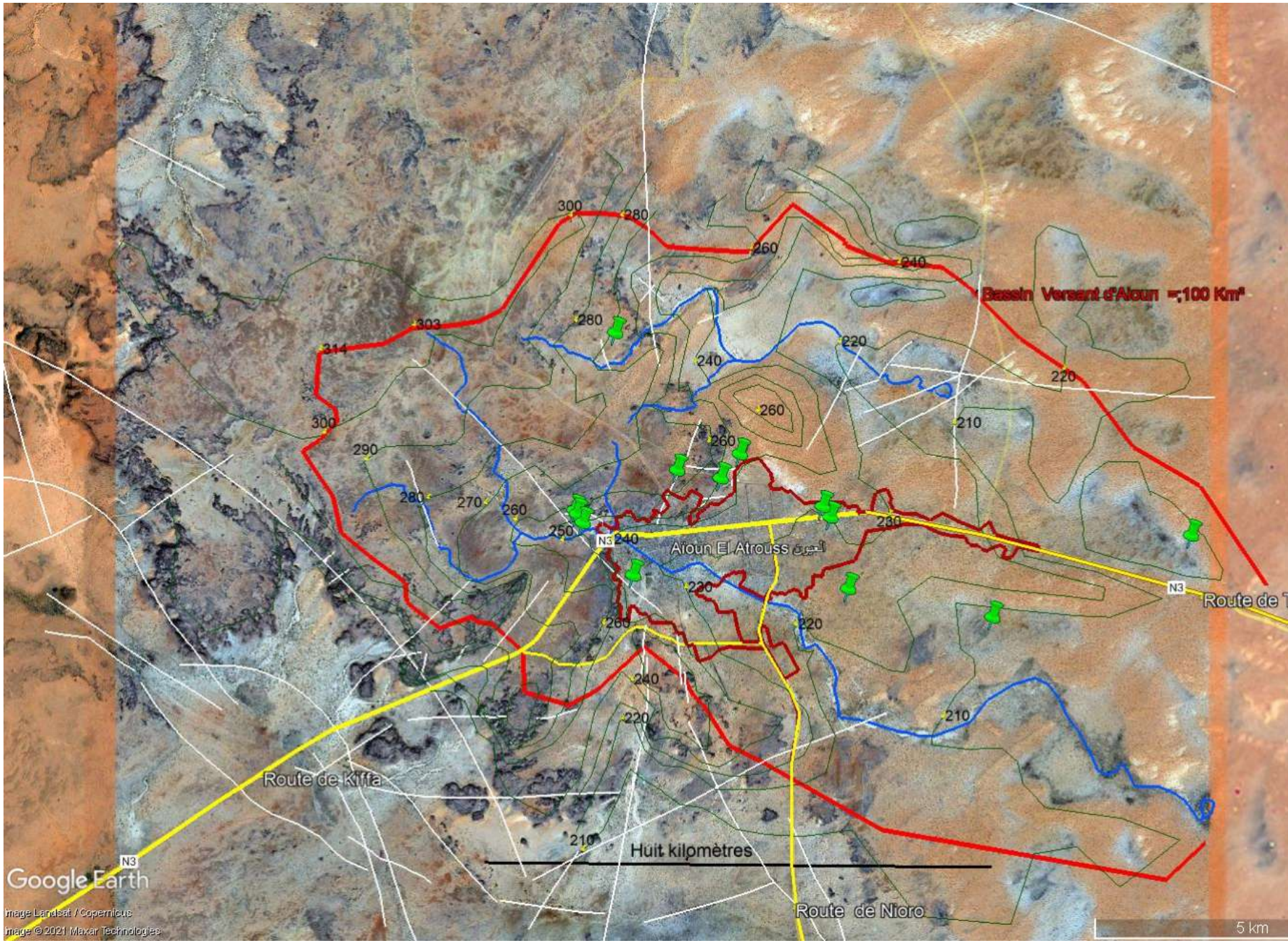
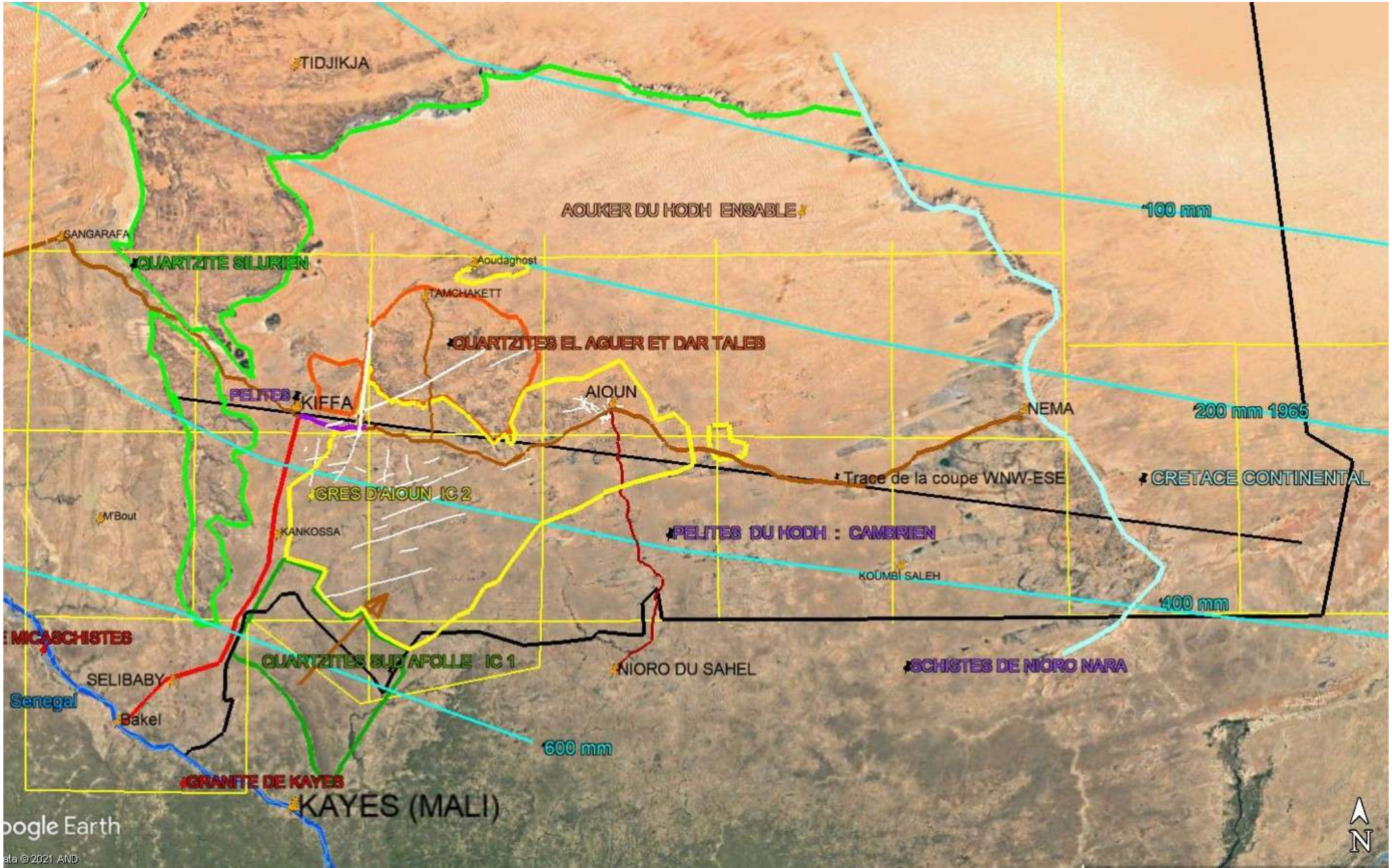
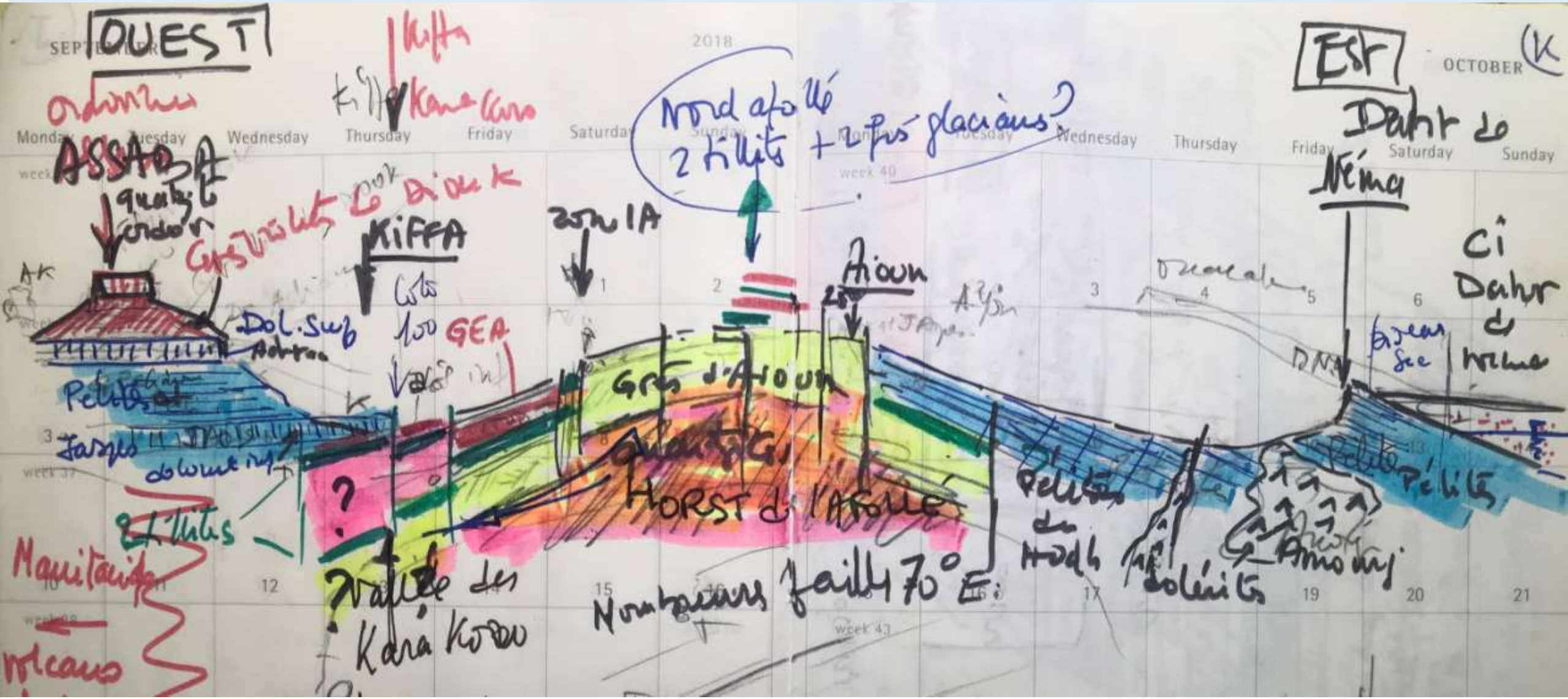


SCHÉMA GÉOLOGIQUE DU SUD EST MAURITANIEN



COUPE DE CARNET W-E À TRAVERS L'ASSABA ET LES HODHS



IL EST TEMPS DE FAIRE UNE PETITE PAUSE THÉ

POUR RAPPELER CE QU’EST UNE NAPPE SOUTERRAINE

L'AQUIFÈRE DES GRÈS D'AIOUN

- **Dunes** entrecroisées âge > **530** millions d'années, composées de sables très fins sur une épaisseur d'environ 200m
- **Porosité** initiale 30 %, MAIS partiellement
- Recimentées en **grès tendres** : **3 à 8 % : Moy 5%**
- **Les fissures (diaclases)** liées à la tectonique drainent la porosité des grès et permettent, après recherche de linéaments , l'implantation de forage donnant habituellement >>>>>
- **des failles importantes, broyant les grès plus intensément, assurent un** meilleur drainage et accroissent le débit en forage >>>>>

- **>Aquifères sur 100 m à 150 m**
- Granulométrie **0,1 à 0,3 mm** (voisine du sable de Fontainebleau)
- **Réserves sur 100m : 5 10^6 m3/km²**

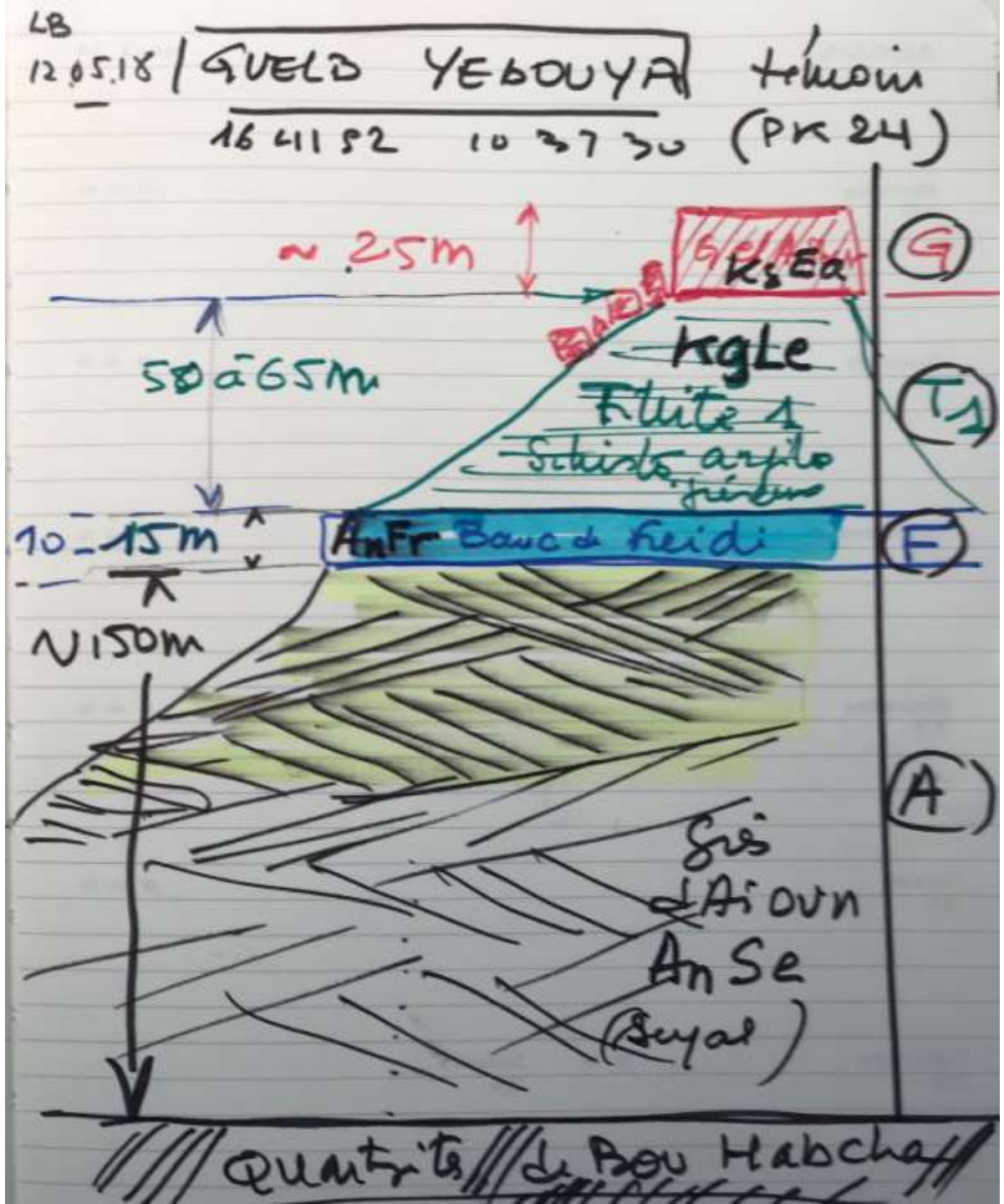
>1 an des besoins de Kiffa : 0,75 Mm³

- **2 à 10 m3/h** sur for. de 70 m (Aioun)
- **20 à 50 m3/h espérés (**forages 150m)

1. LES NIVEAUX PRINCIPAUX

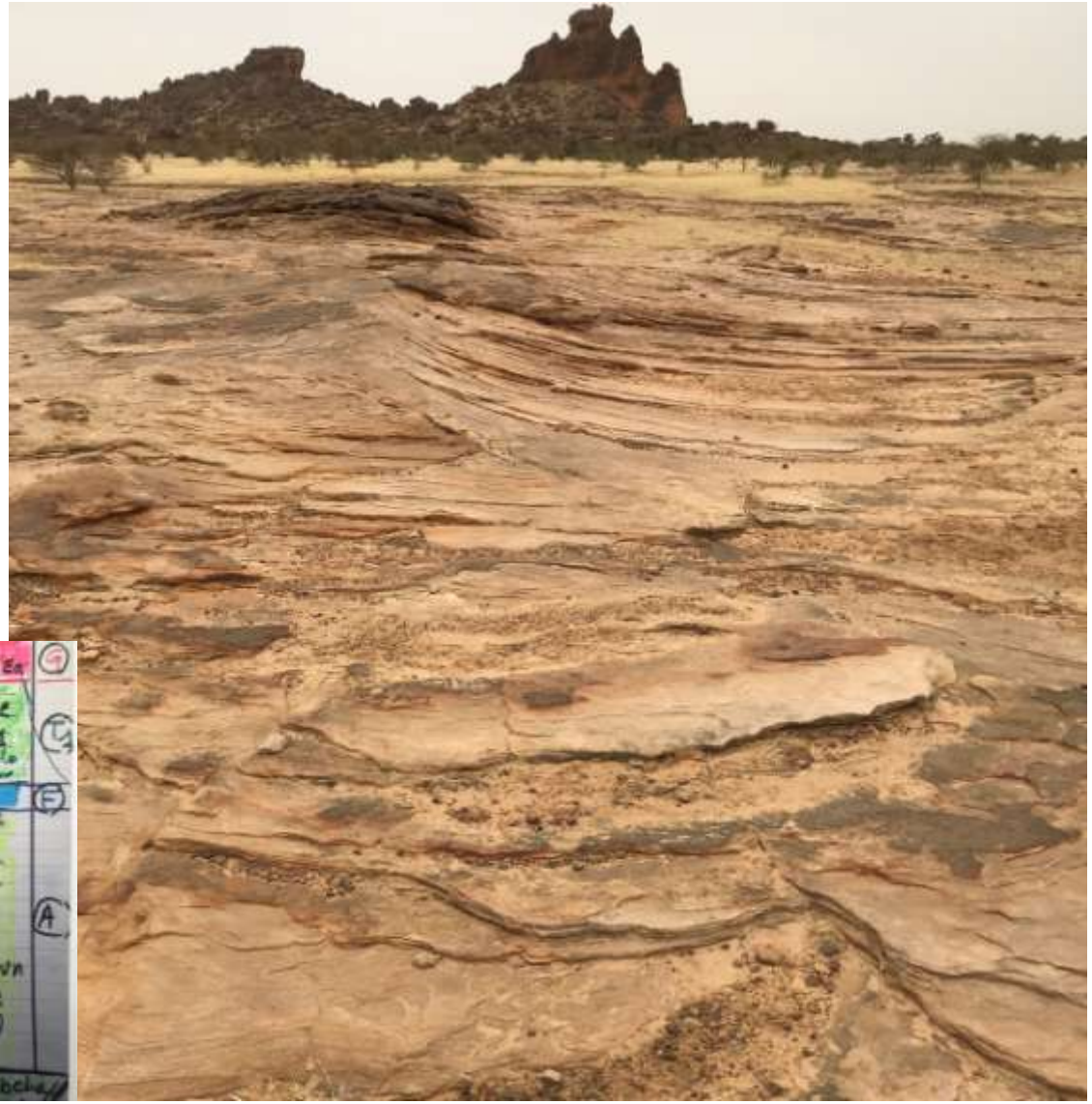
LA SÉRIE GÉOLOGIQUE EN AFOLLÉ A L'EST DE KIFFA

- De haut en bas
- 4. GEA : Grès d'El Aguer, quartzitique, couleur chocolat (en rouge) 20 à 40 m
- 3. Ti : Tillite grèso-argileuse imperméable (niveau repère, en vert) 20 à 65 m, parfois 100m
- 2. Fr : Banc de Freidi, quartzitique « cervelle » (niveau repère) 10 à 15 m
- 1. GA : Grès d'Aioun tendre (en jaune) : aquifère poreux (5 à 8 %) et fissuré : épaisseur 150 à 200 m

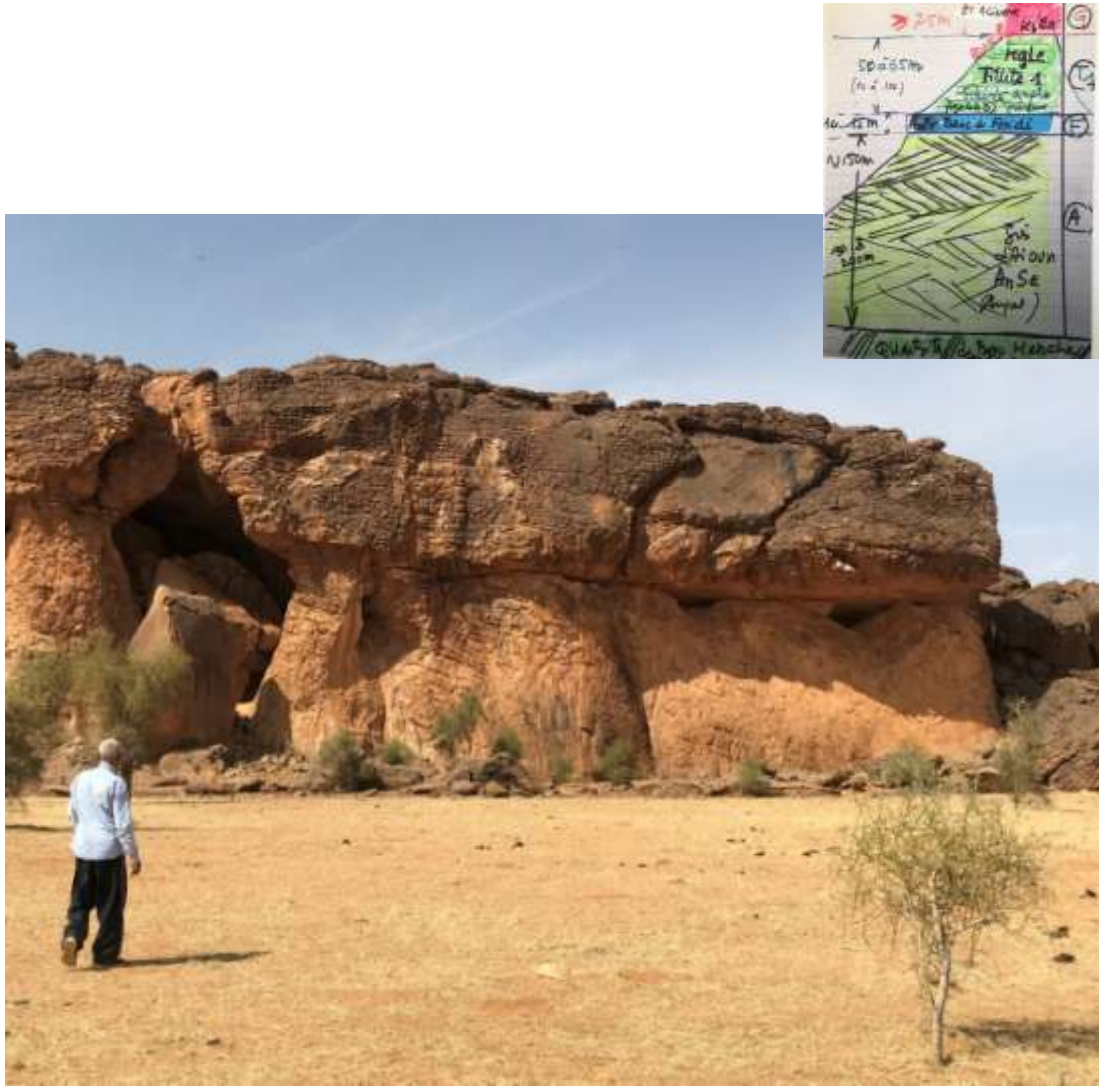


LE GRÈS D'AIOUN, INFRA-CAMBRIEN (>530 MA)

remarquer les stratifications entrecroisées



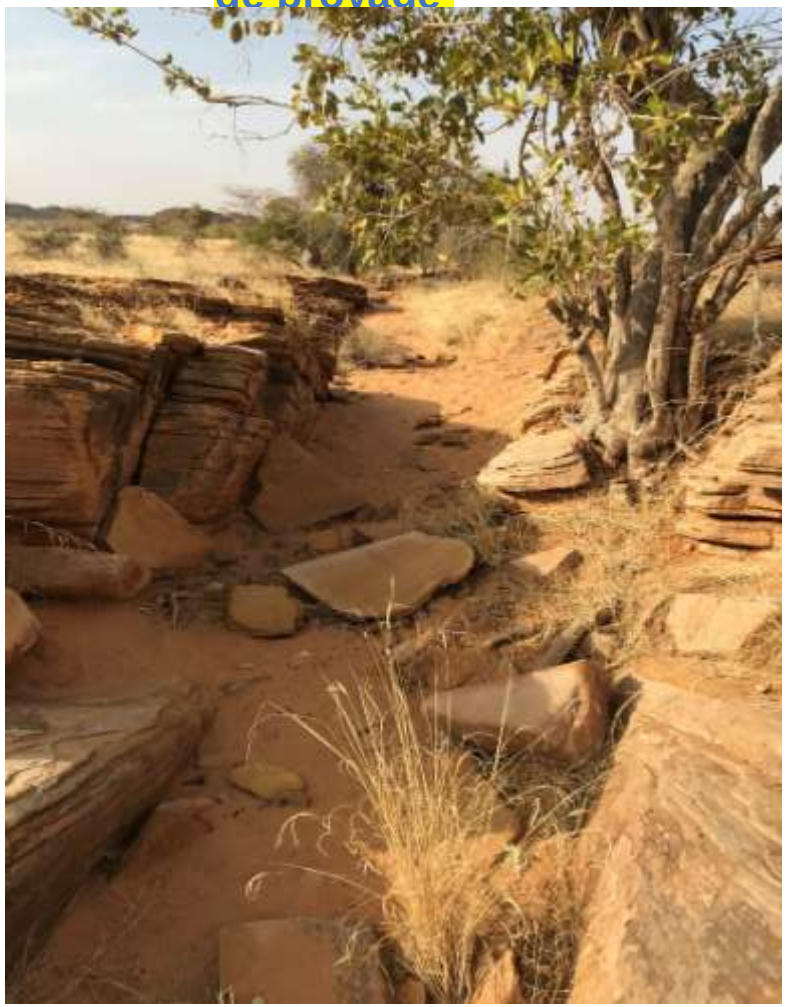
GRÈS D'AIOUN 1, COURONNÉ DU BANC DE FREIDI, 2



FISSURES ET FRACTURES DANS LE GRÈS D'AIOUN

Diaclase

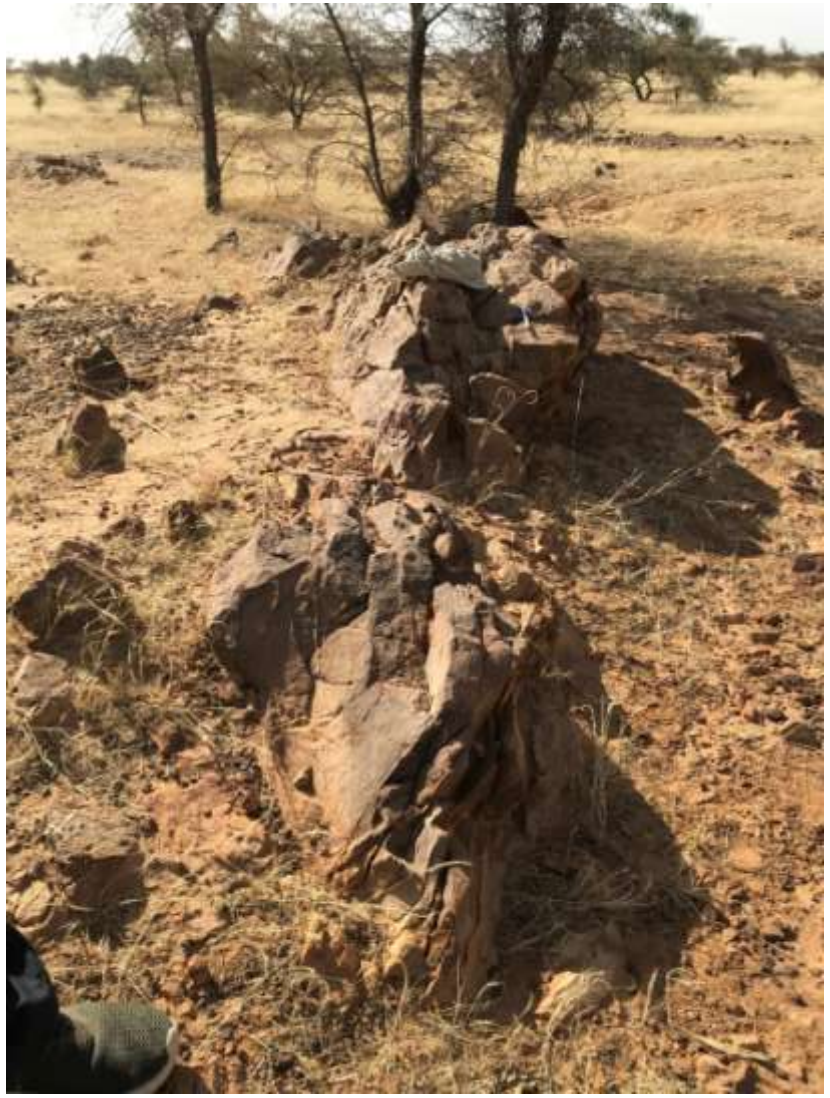
Diaclase ouverte de broyage



Zone

Autres aspects de fractures sur le terrain

CERTAINES FRACTURES SONT RESILICIFIÉES



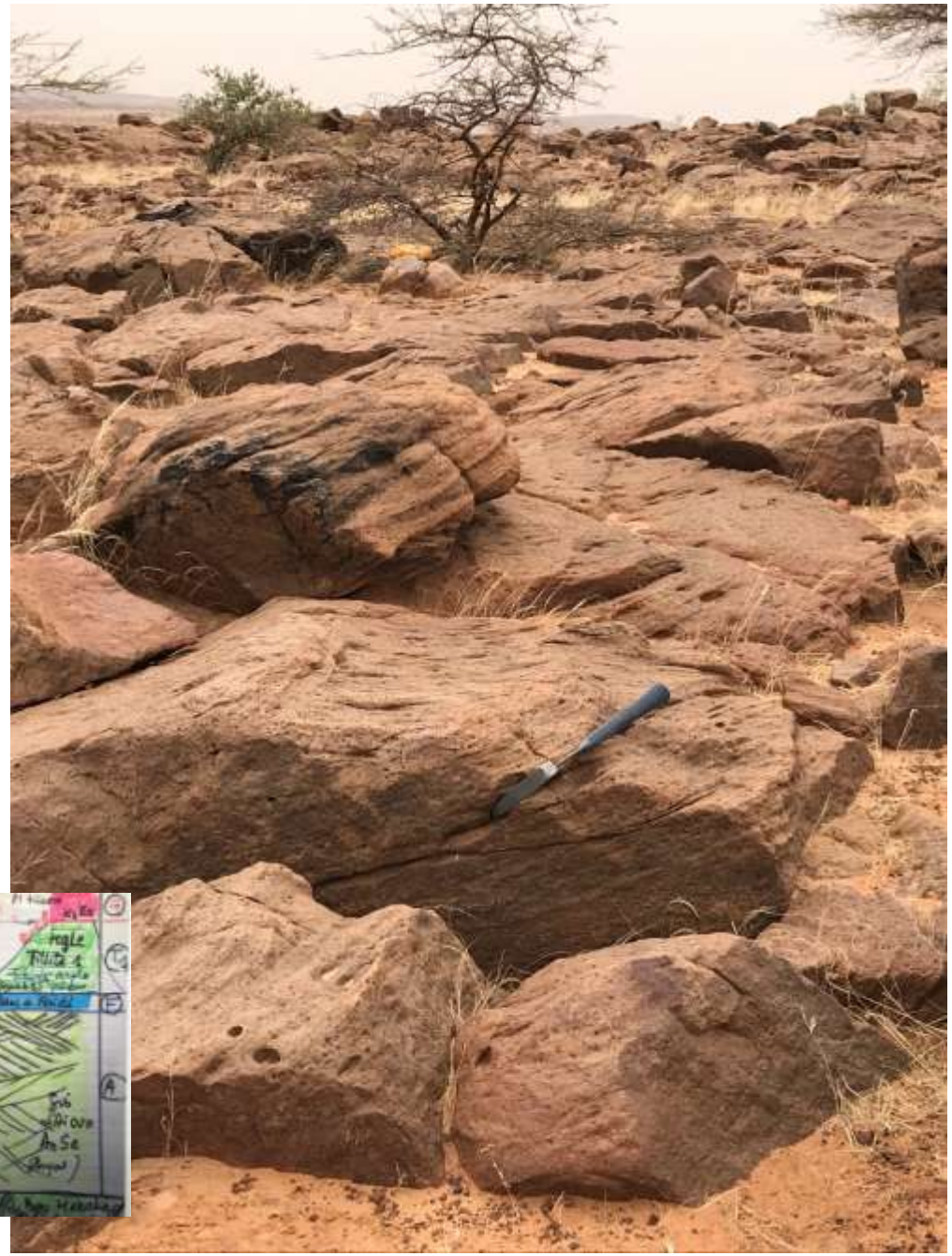
3. TILLITE ÉOCAMBRIENNE

« Argile à blocaux » gréseuse, de couleur kaki, important repère stratigraphique au début de l'ère primaire, forme une couverture

« imperméable » sur les grès d'Aioun,

(Épaisse de 10 à 100 m en Afollé).

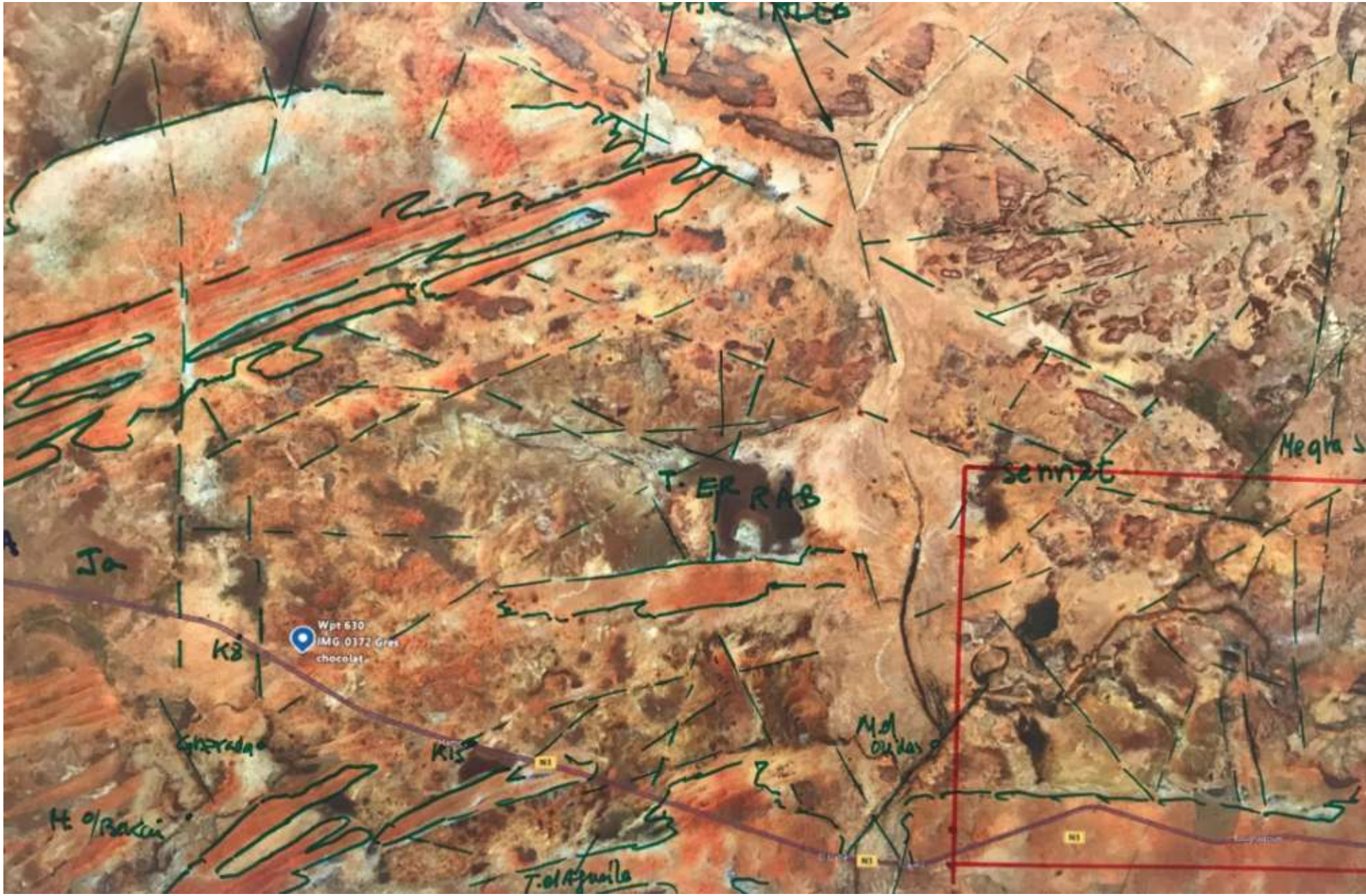
4. GRÈS QUARTZITE D'EL AGUER



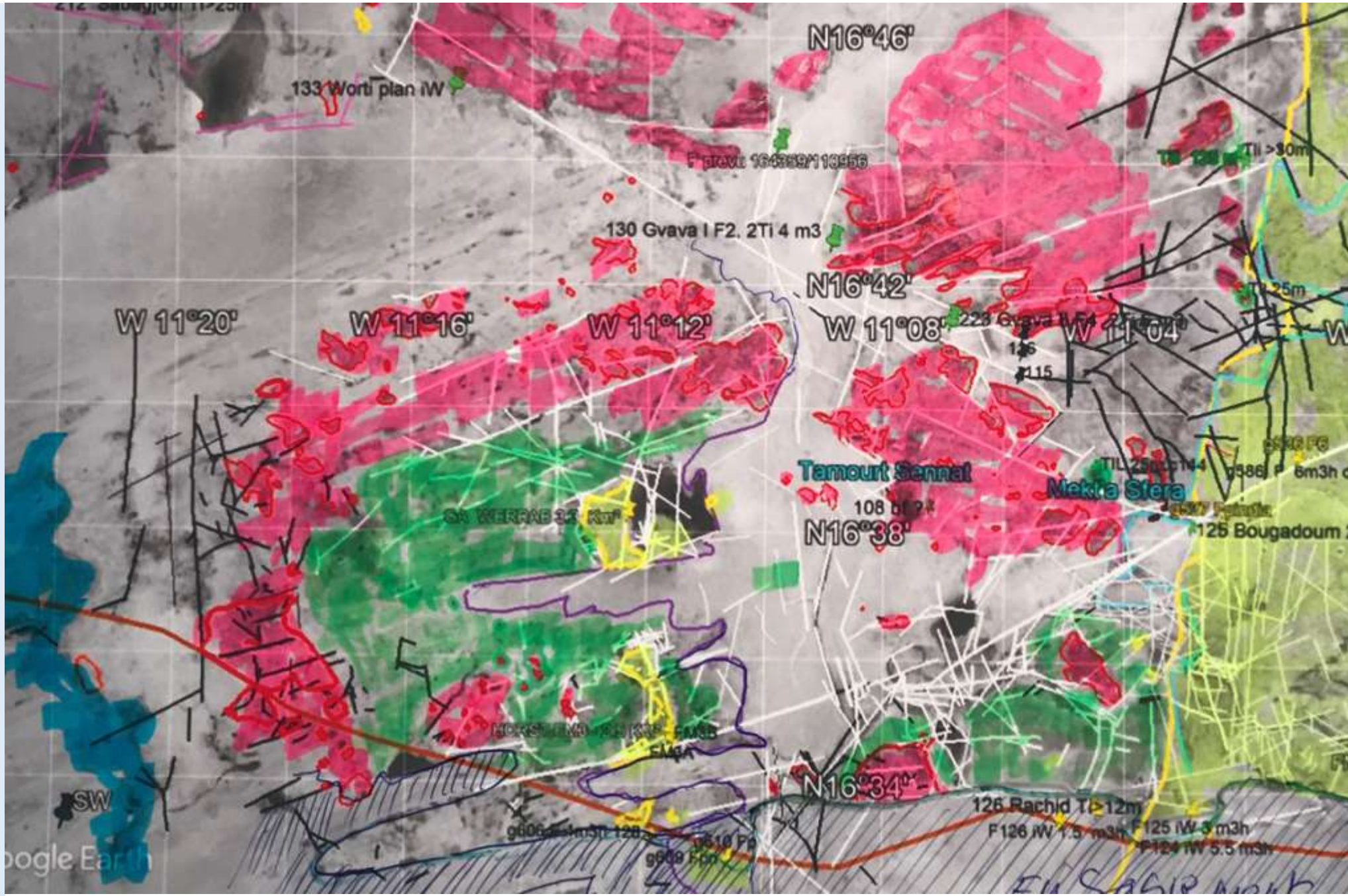
2. CHOIX D'UNE ZONE D'ÉTUDE

Aspect, sur Google Earth (travaillé) de la zone de 5 à 60 km à l'Est de KIFFA.

noter les couleurs : vert des tillites, et rouge du grès d'el Aguer



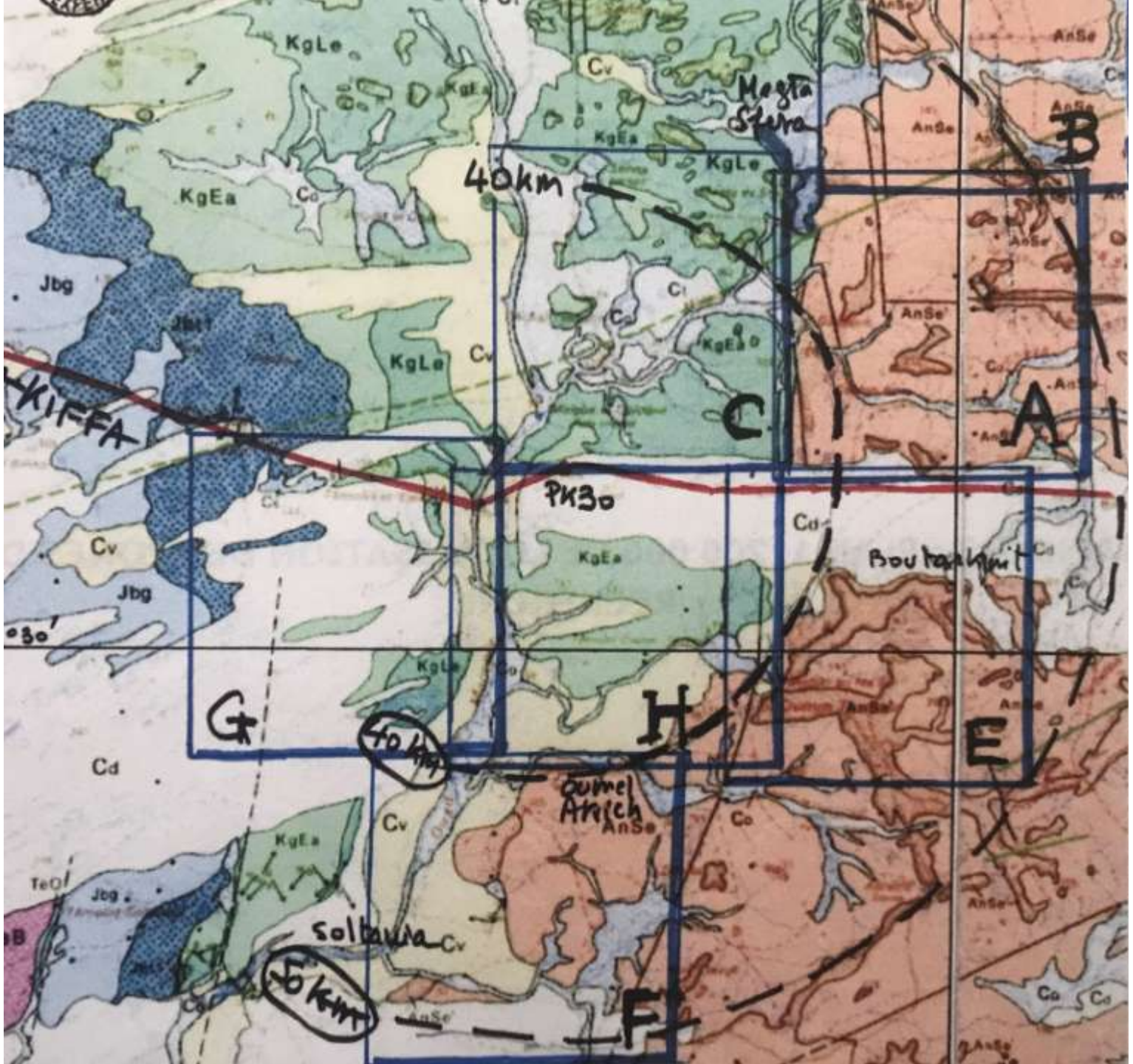
Carte géologique sommaire de la même zone, entre 5 et 60 km à l'Est de KIFFA



L'exemple d'Aioun conduit à chercher des zones de grès d'Aioun affleurant de 100 km² (10x10 km)

*****

sur cette carte géologique, le GA figure en marron, la Tillite en vert foncé le GEA en vert clair

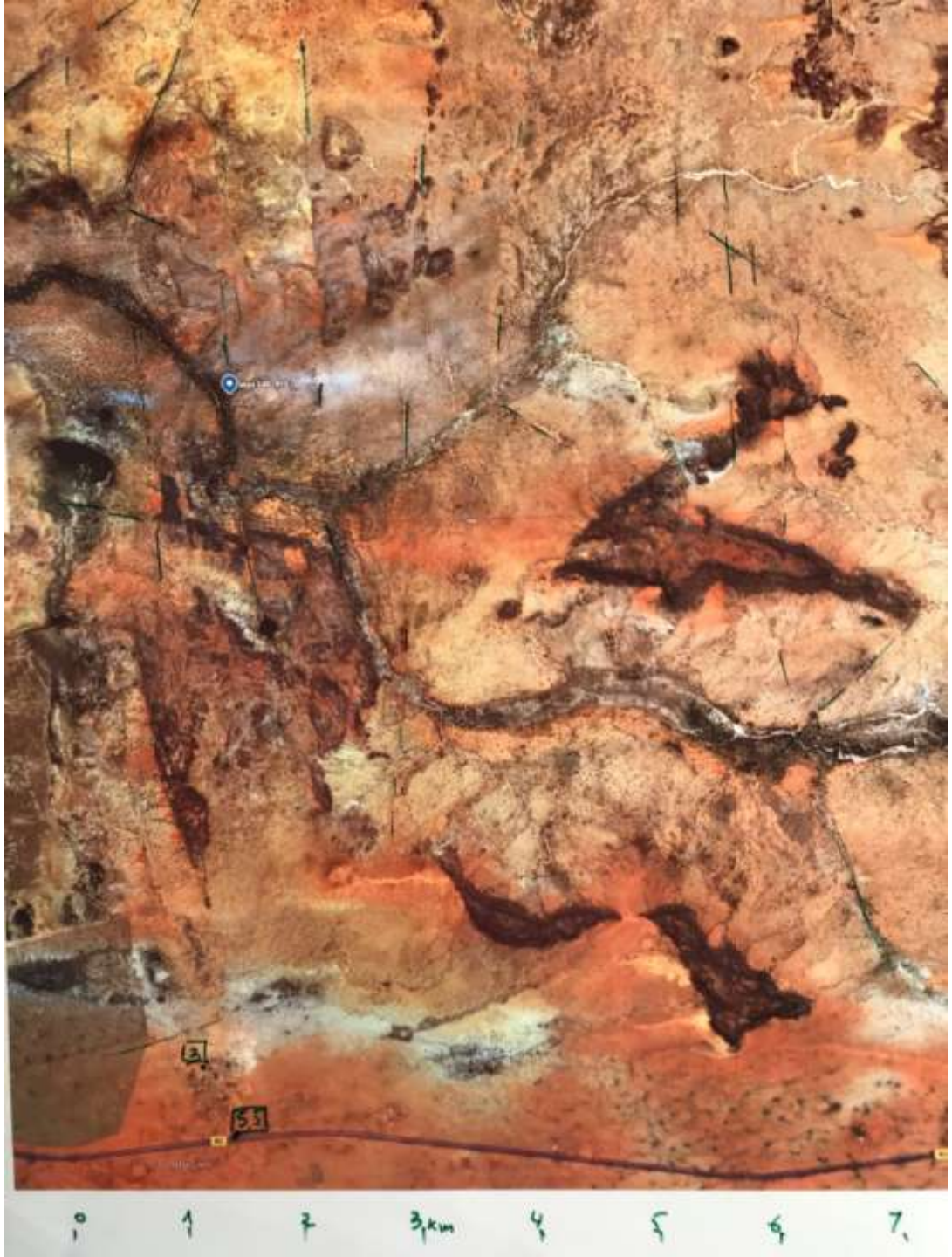


Dès mai 2018, on s'est orienté vers la zone A :

- Grès d'Aioun sans recouvrement important,

- Accidents méridiens nombreux : bonne fissuration espérée, (les voyez-vous ?)

- Traversée par L'oued Bougara, B.V. 400 km², (a coulé 3 fois en 2018).

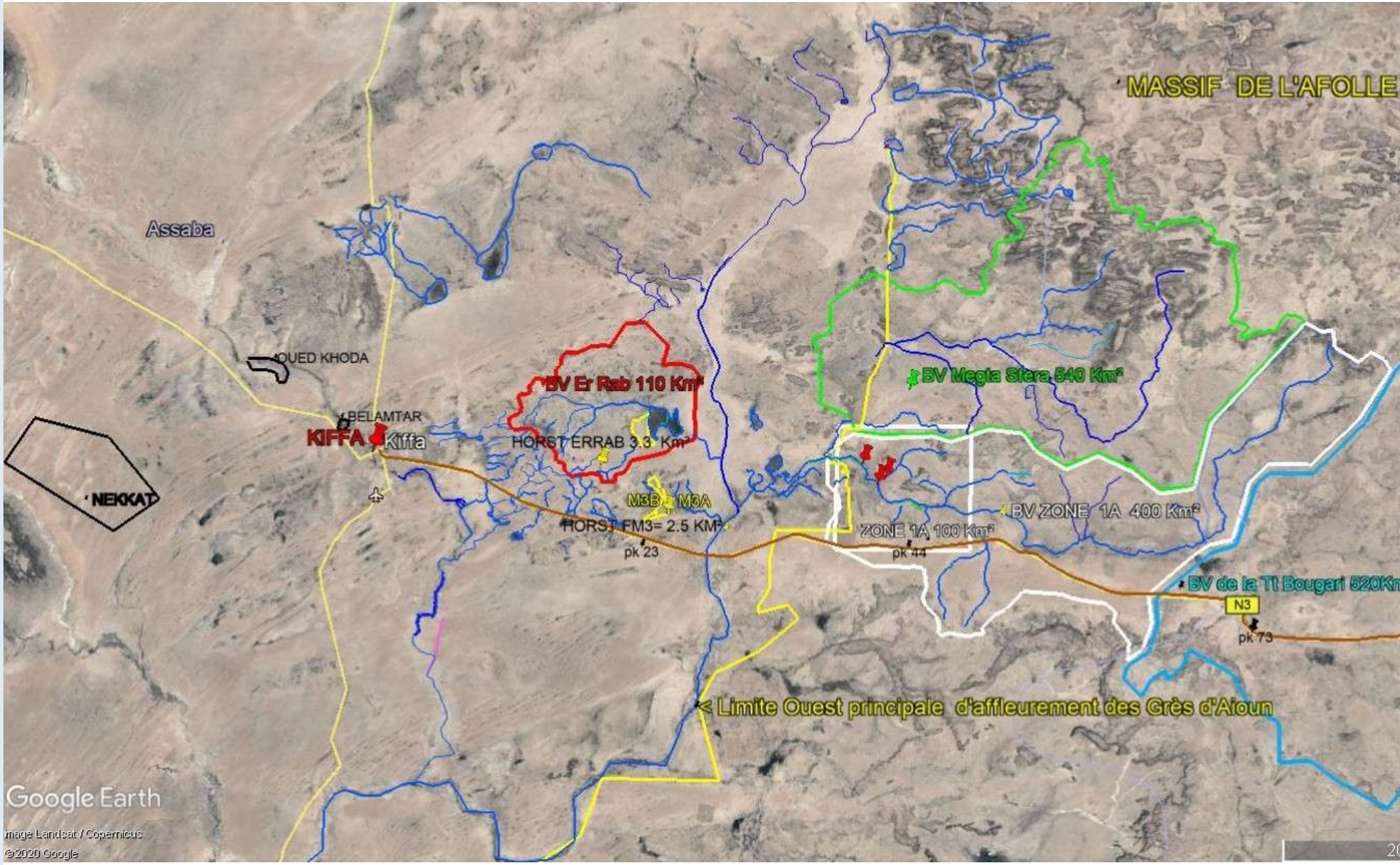


En prime, la cible est pittoresque, **Er R’kab,** « l’Etrier » est son nom :

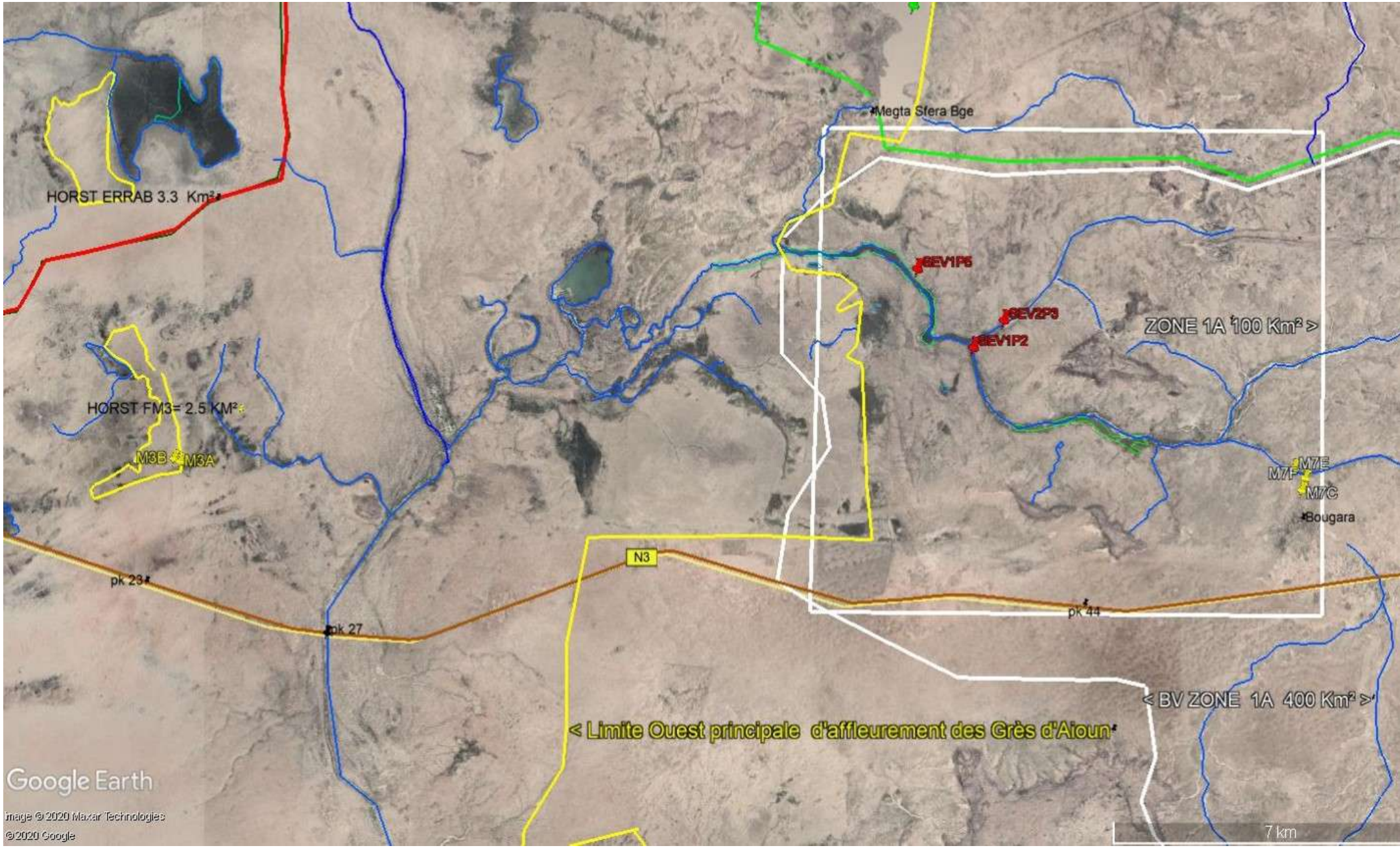
RÉSUMONS :

à 45 km de Kiffa, par la RN3

plus de 100 Km² de Grès d'Aioun affleurants, présumés bien fracturés, situés à l'aval d'un bassin ruisselant de 400 Km²



La zone cible A choisie en bordure Ouest faillée des grès de l'Afollé, est limitée à l'Ouest par la zone effondrée du M'Silé



CONCLUSIONS PROVISOIRES

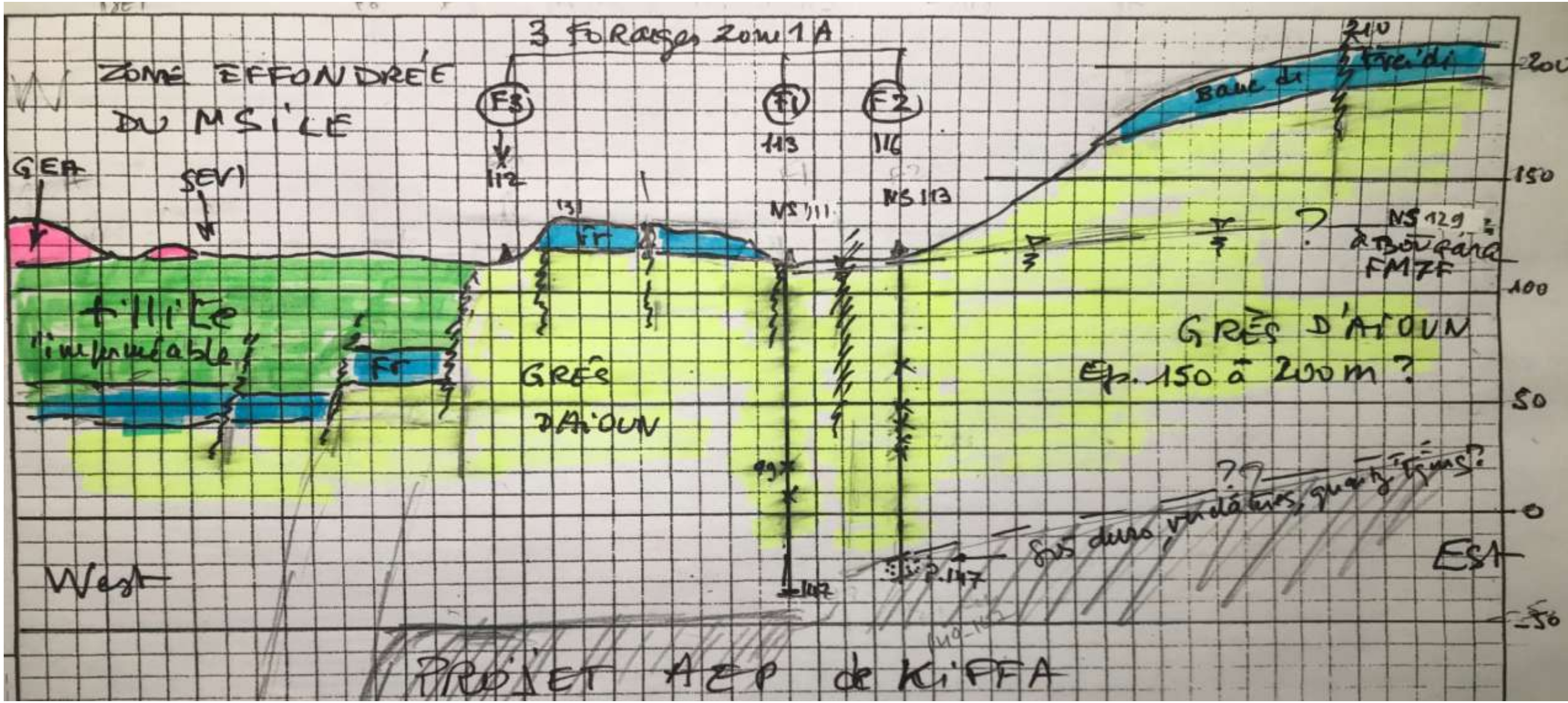
- Dans la zone A, Le Grès d'Aioun est présent sur son épaisseur totale, présumée de 200 m, dont au moins 100 m d'épaisseur mouillée,
- un seul Km^2 présente une réserve d'eau de l'ordre de 5 millions de m^3, 5 fois supérieure au volume annuel (730 000 m^3) nécessaire pour Kiffa (2000 m^3/jour),
- 2 000 m3/j , c'est 100 m3/h, 20 h/jour : il importe de réduire les points de captage : donc trouver au moins 3 forages de 30 m^3/h chacun.
- Pour cela, la qualité des implantations sur fractures repérées sur photos satellites est fondamentale et la géophysique de contrôle, indispensable.

3.
TRAVAIL PRÉPARATOIRE EN BUREAU

Géologie de détail sur fond Google Earth, après visite l'affleurements téléguidée en été 2018 et corrections de terrain en décembre 2018

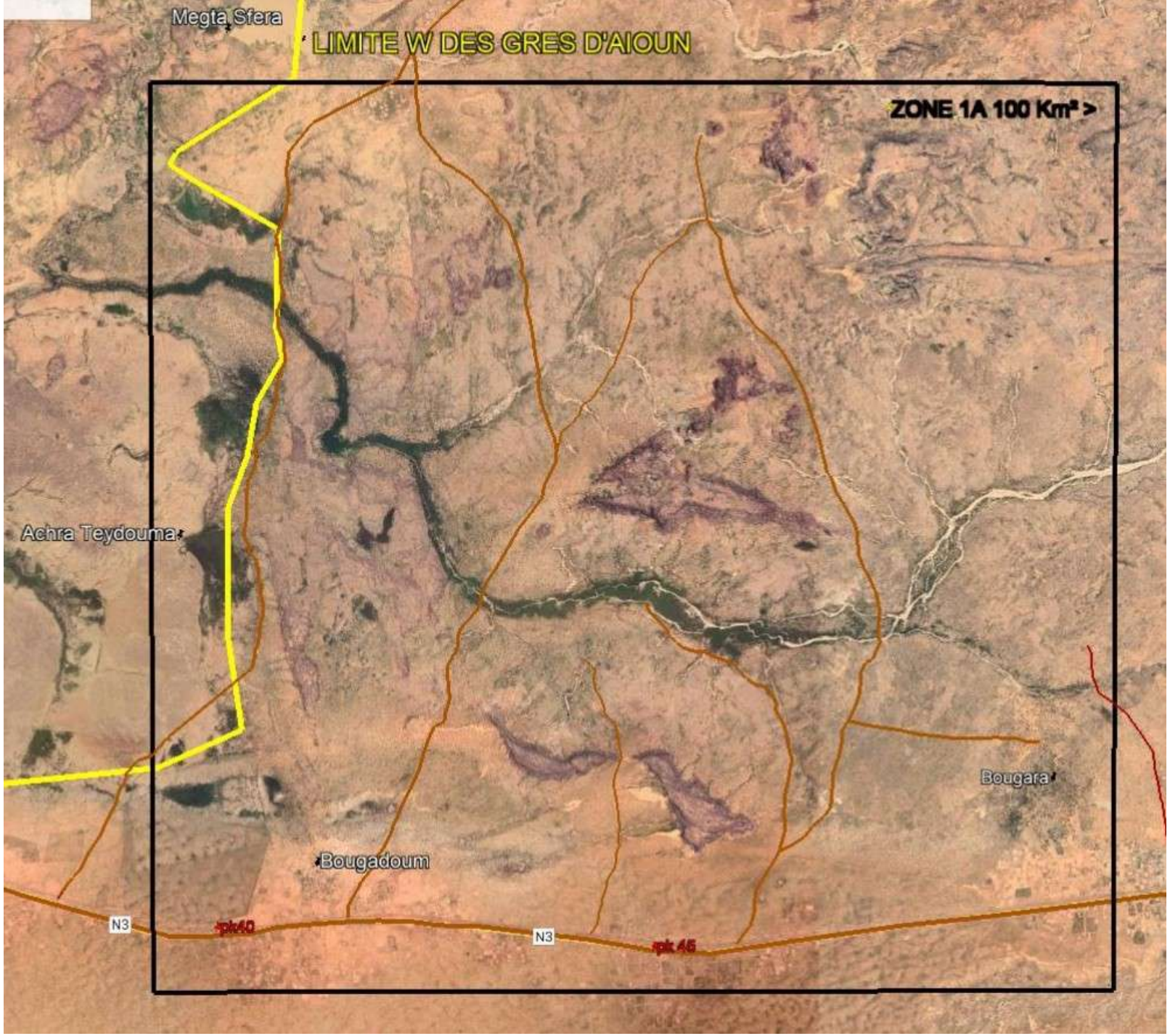
Coupe géologique Ouest-Est de la zone A

W E



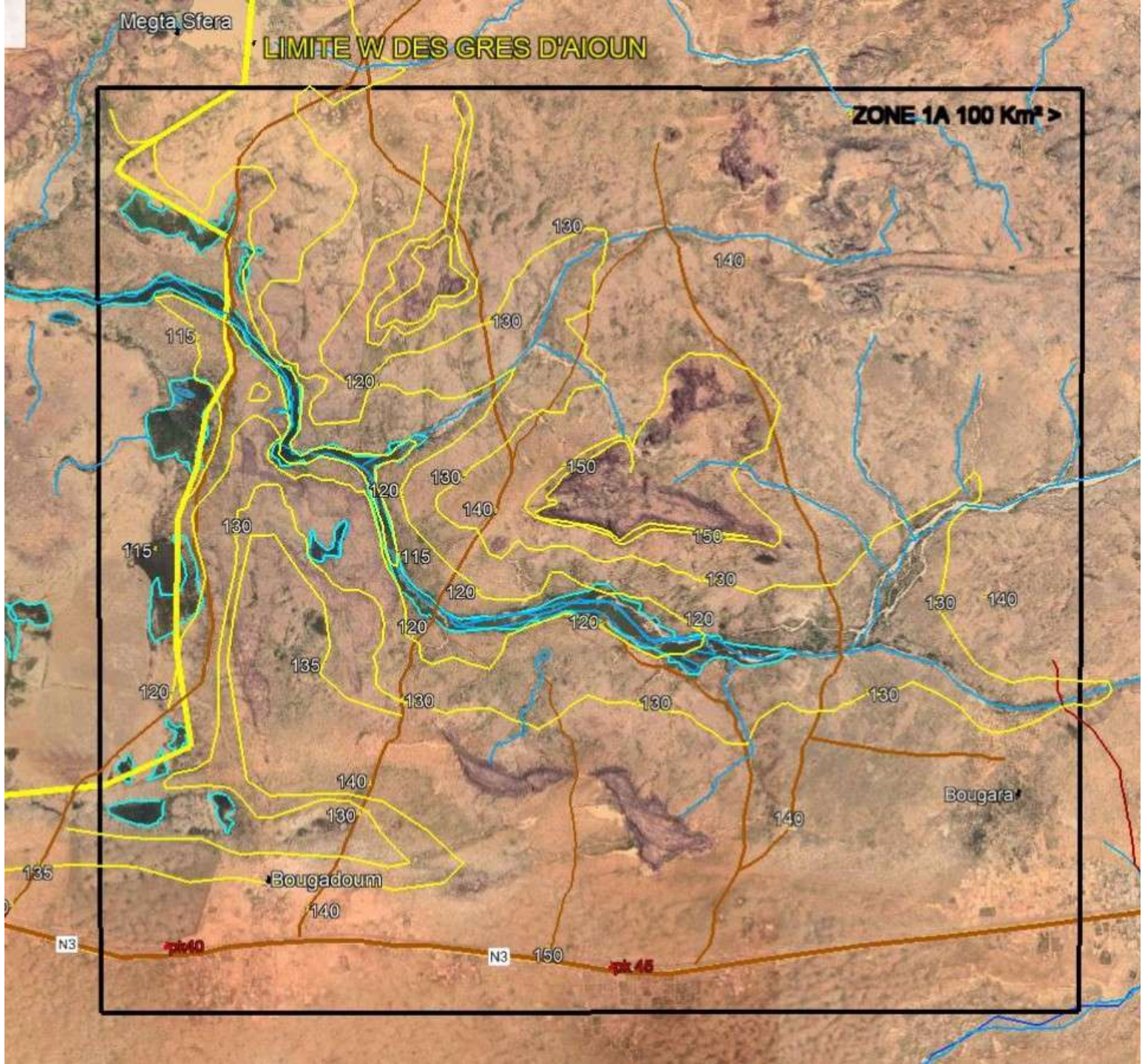
LE «DÉCORTICAGE» EN CHAMBRE : Merci, GOOGLE EARTH !

a. Photo brute, Mise en place des accès, limite ouest des grès d'Aioun

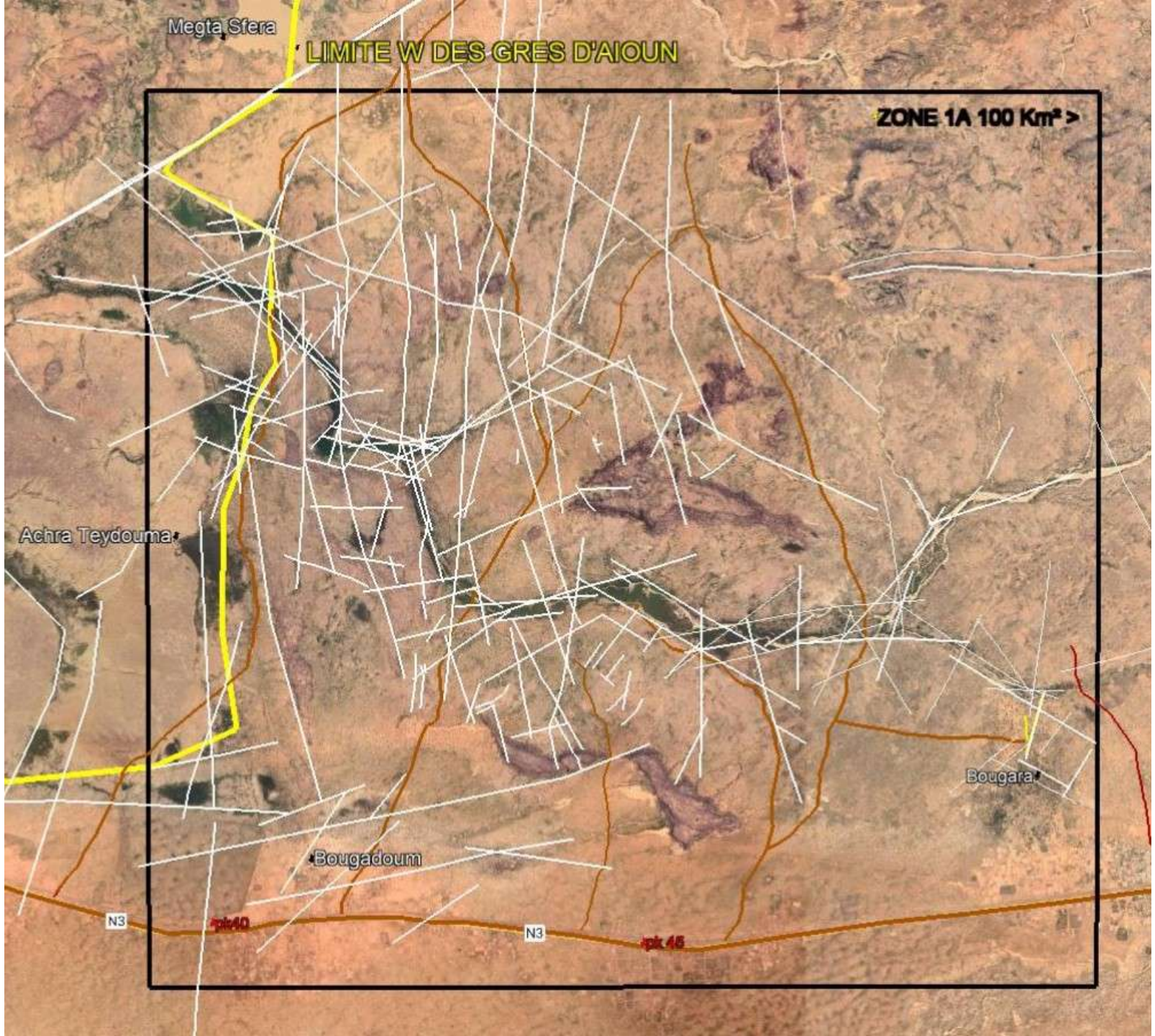


b.

Topographie, tracé des courbes de niveau et Hydrographie

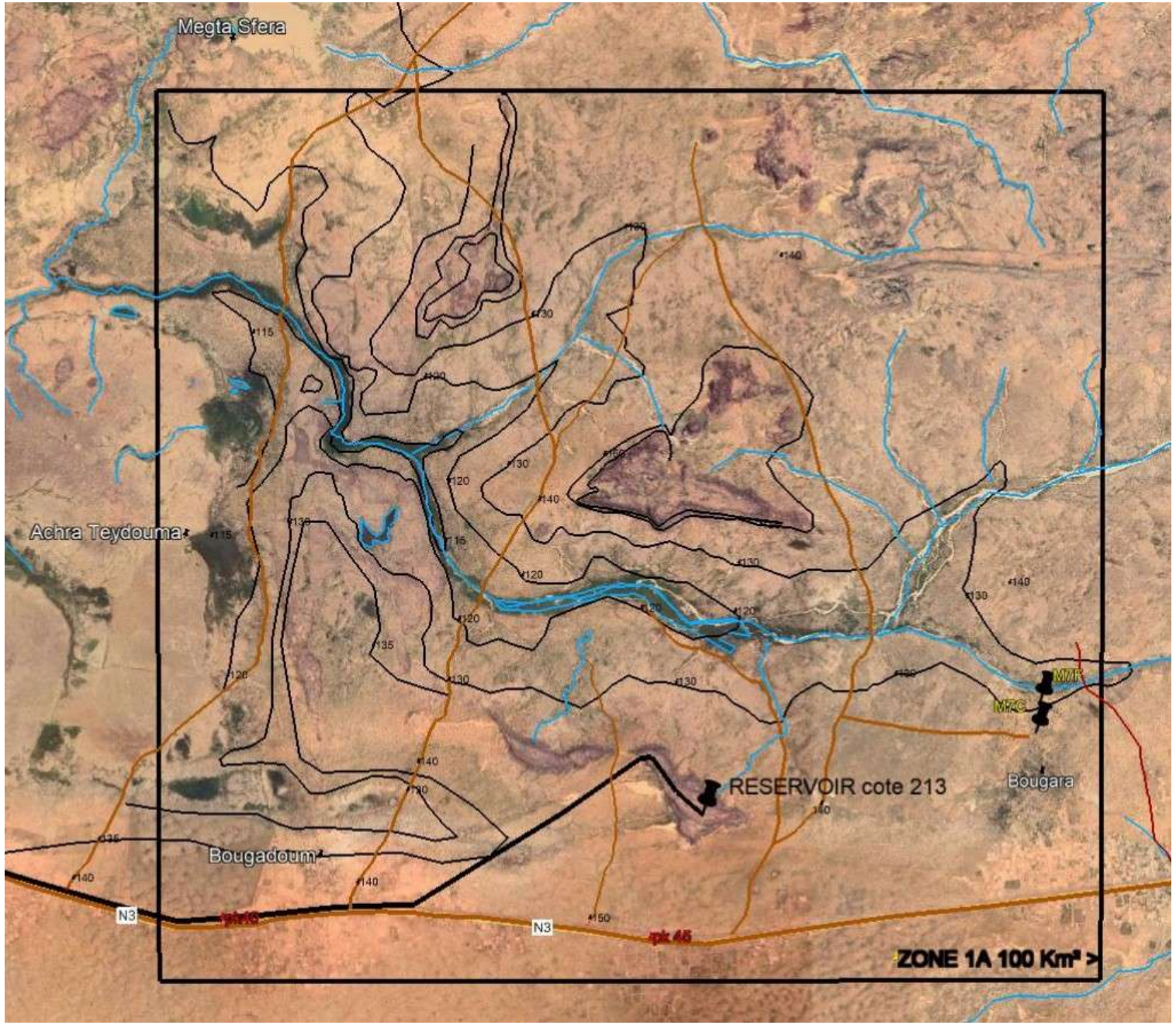


c.
Recherche des « LINÉAMENTS » : indices de failles ou de zones fracturées pouvant servir de drain pour implanter un forage de fort débit



d. AU PASSAGE, UN SITE DE RÉSERVOIR EST IDENTIFIÉ SUR UN PROMONTOIRE A 45 km de kiffa

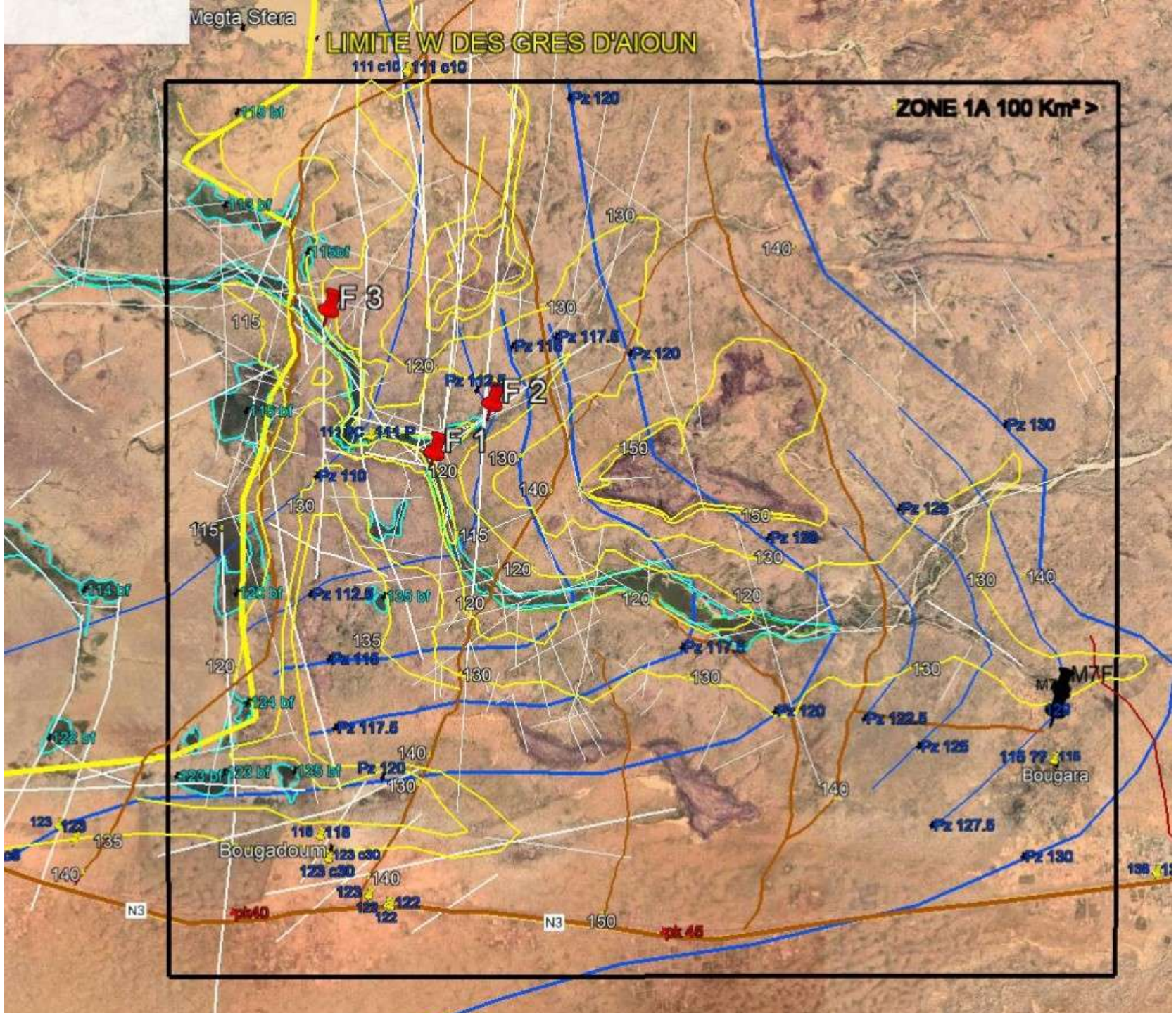
Ce réservoir, à la cote 213, assurera 70 mètres de charge, pour alimenter Kiffa, à la cote 140



e.
SYNTHÈSE

Avec isopièzes prévisionnelles par analyse des forages voisins.

en rouge : les points de reconnaissance sélectionnés



4. GÉOPHYSIQUE

-Géophysique de contrôle : trainés électriques perpendiculaires aux linéaments retenus, puis :

- Sondages électriques sur les anomalies conductrices des trainés, pour déterminer profondeur et extension verticale de l'horizon conducteur supposé aquifère,

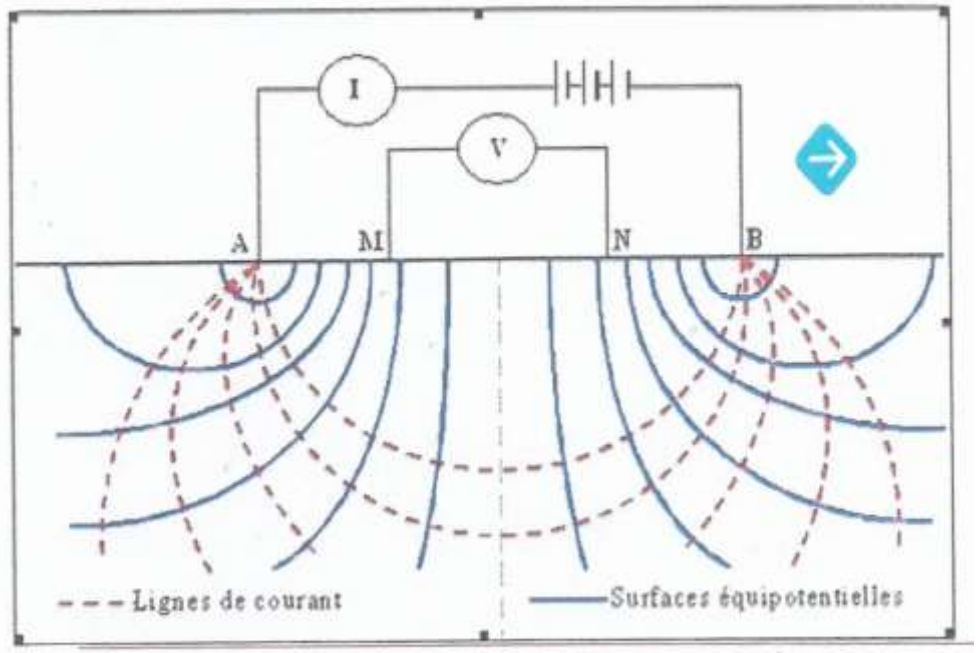
- ensuite, forages de reconnaissance suivis d'essais de pompage,

- Enfin synthèse a l'aide d'un modèle mathématique.

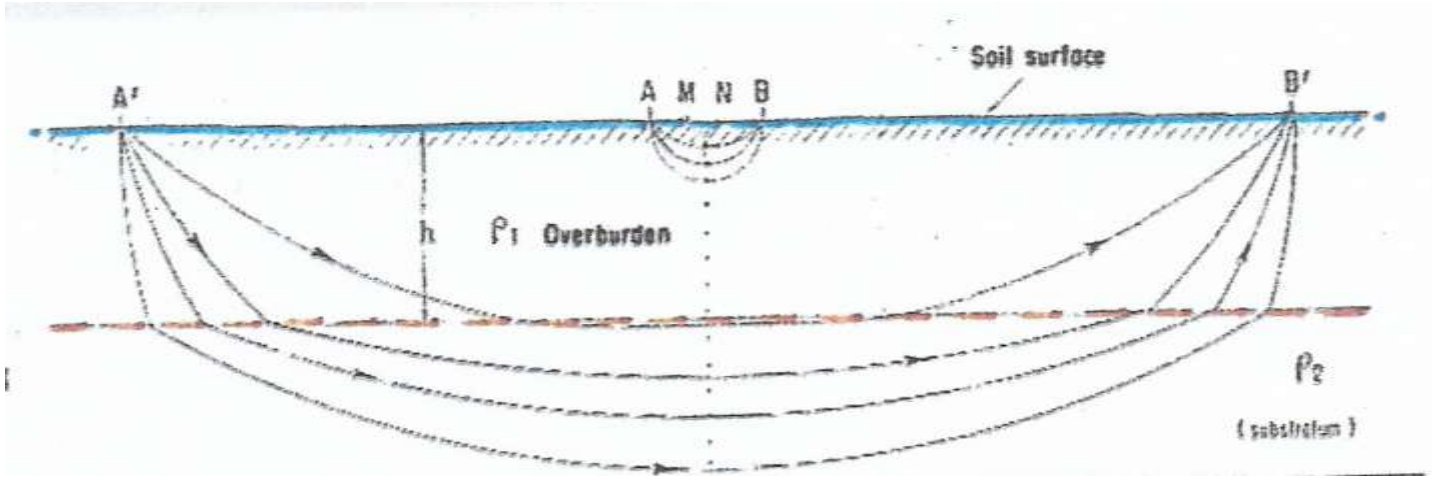
PRINCIPES DE GÉOPHYSIQUE ÉLECTRIQUE

TRAINÉ : DISPOSITIF FIXE, DÉPLACÉ EN LIGNE

SONDAGE ÉLECTRIQUE : DISPOSITIF CROISSANT, CENTRÉ

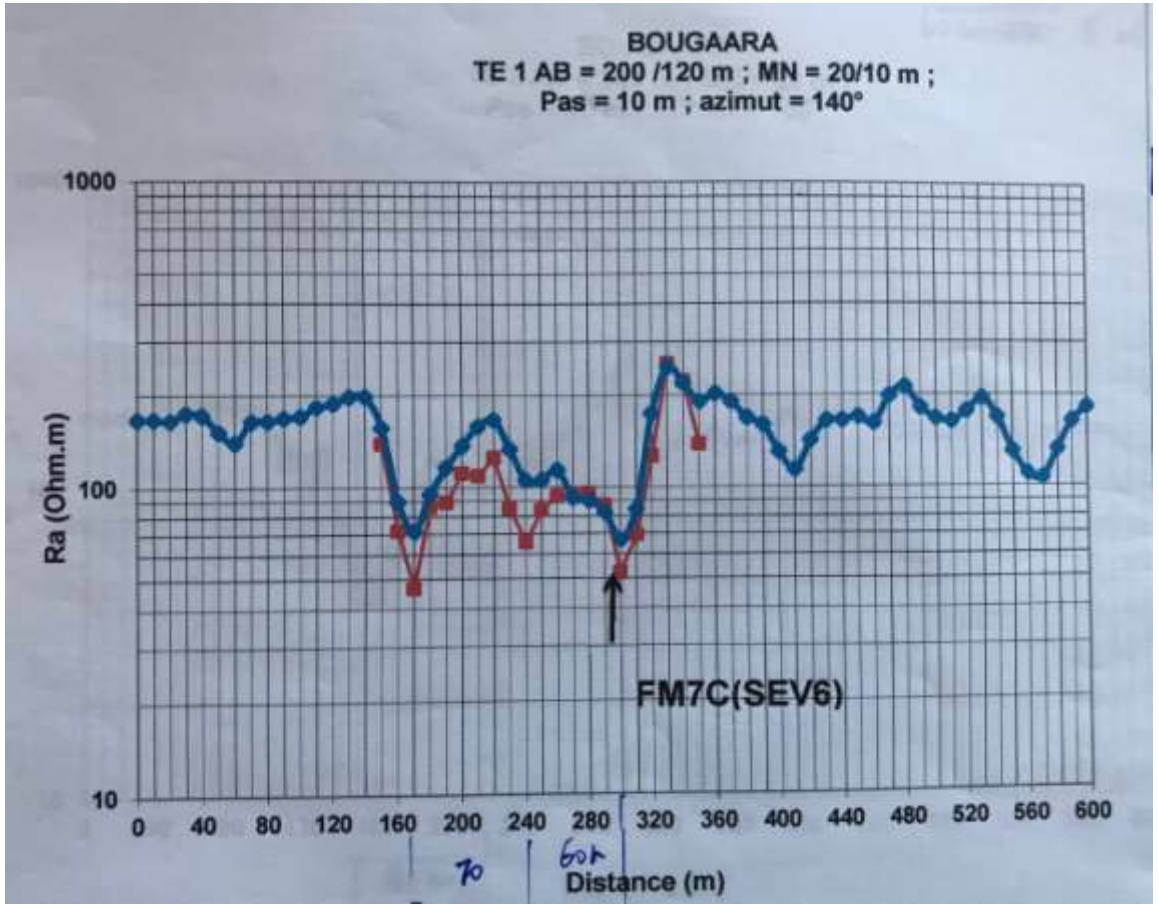


Traîné électrique – Prospection en courant continu

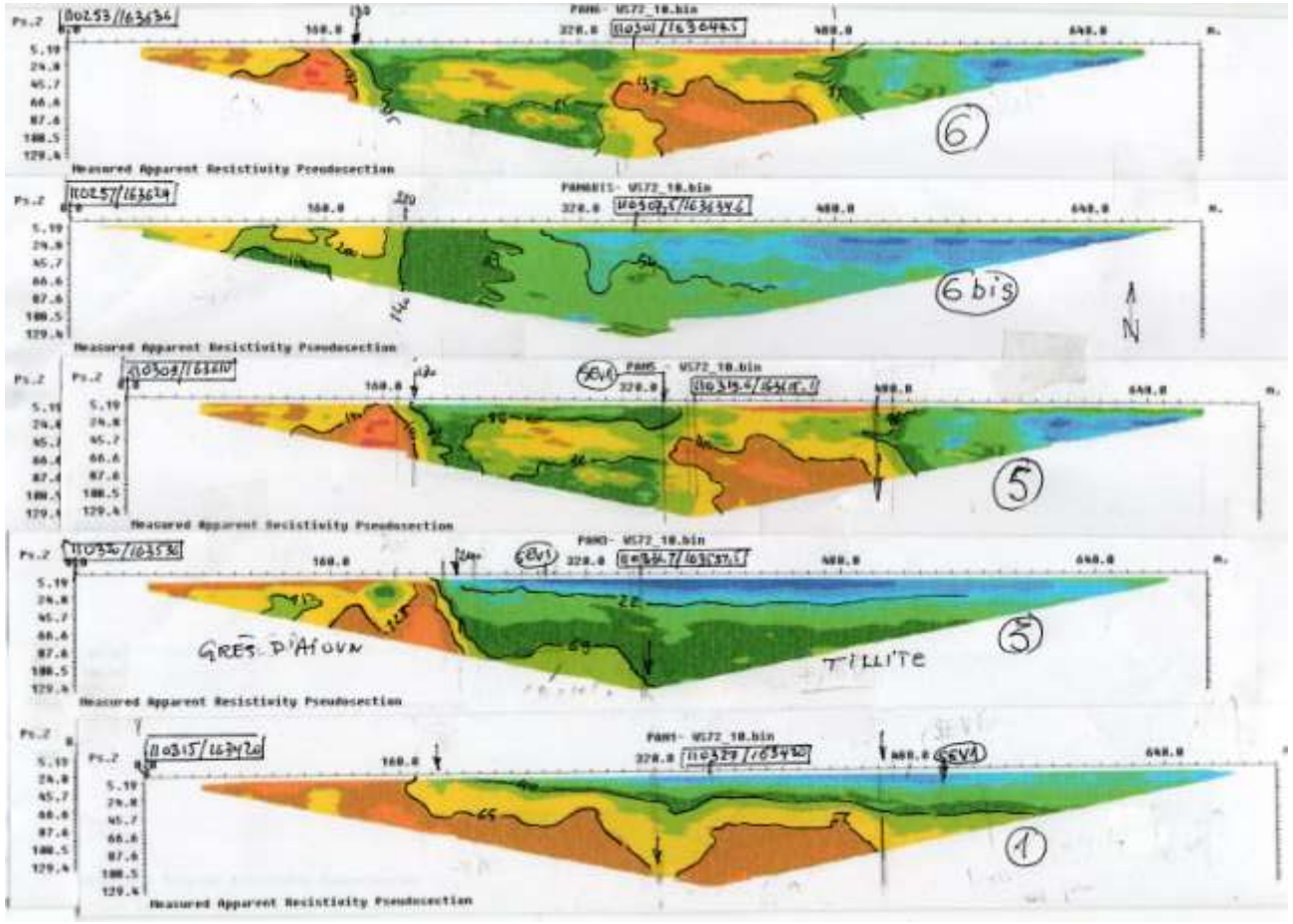


La Géophysique précise le passage des zones fracturées préalablement repérées sur photos

Trainé électrique sur linéament



Panneau électrique sur zone effondrée

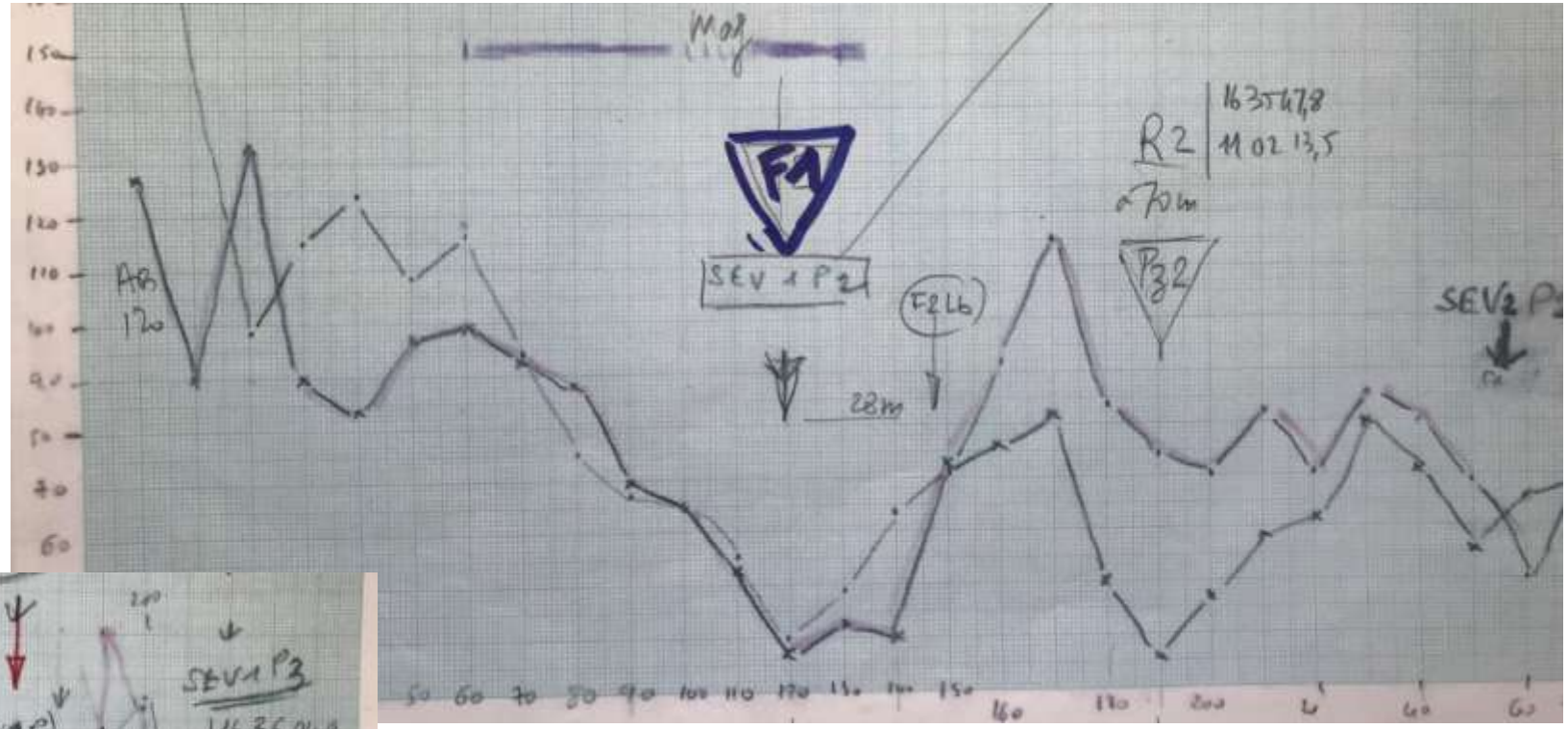


En 2018
7 linéaments choisis en zone A, sont vérifiés par trainés électriques.

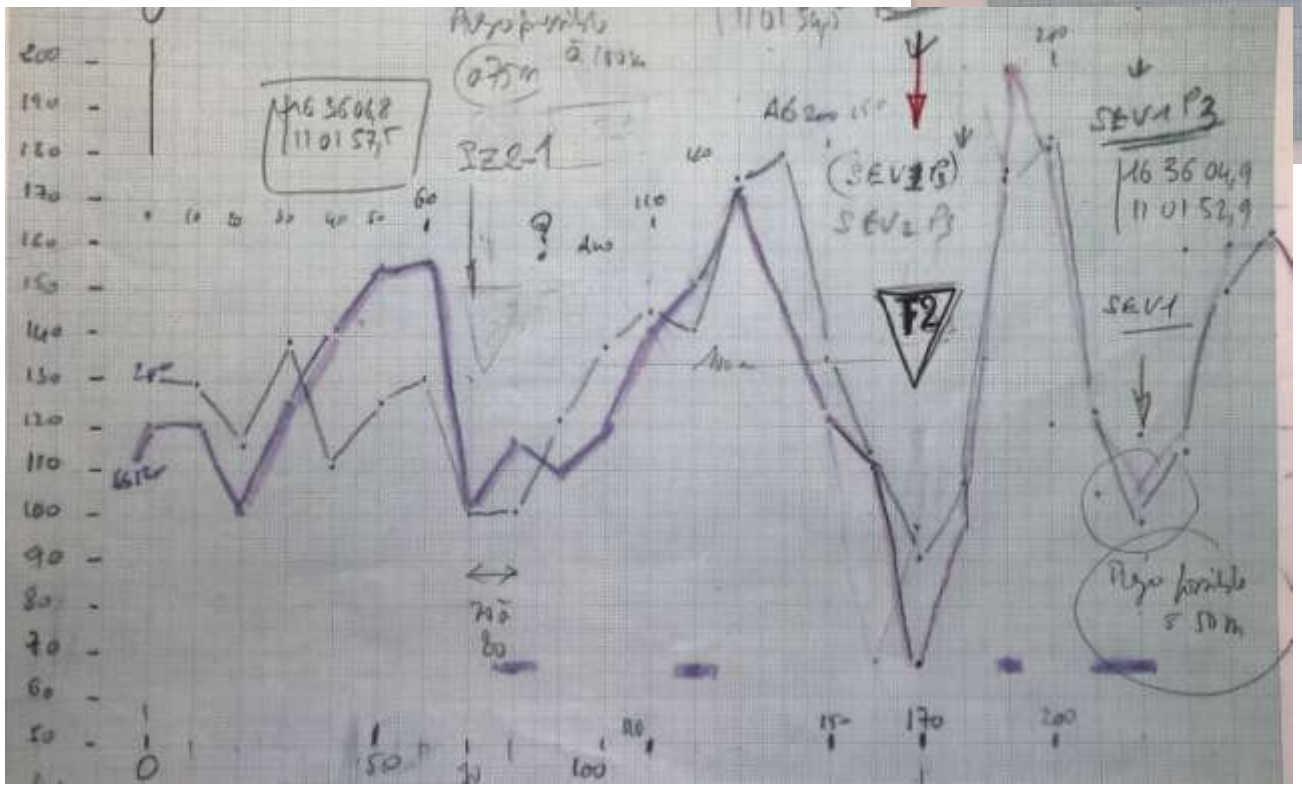
Les meilleurs permettent d'implanter 3 forages de reconnaissance P1, P2, P3

GÉOPHYSICIENS AU TRAVAIL

PROFILS DES TRAINÉS ÉLECTRIQUES DES SITES P2 (F1) et P3(F2)



F1 (prof. 150 m) est implanté en SEV1P2



< F2 et Pz2-1 sont implantés sur l'autre profil

5. FORATION

La Foreuse s’installe le 7 Décembre 2020.

Les 3 forages de reconnaissance, de 150 m chacun, sont terminés le 17 janvier 2021

L’EAU JAILLIT SOUS LA PRESSION DE L’AIR

Boueuse au début

Propre à la fin

6. POMPAGES D’ESSAI

RÉSULTATS DES 3 FORAGES RÉALISÉS SUR LES PROFILS ÉLECTRIQUES

DÉBITS AUX ESSAIS,

(LIMITÉS PAR LE DIAMETRE 6’’)

F1 (P2) : 26 m3/h, rabattement 2,2 m

F2 (P3) : 26 m3/h, rabattement 7,5 m

F3 (P5) : 23,5 m3/h , rabattement 10,2 m

Deux piézomètres, à 100 m et 400 m du F2

ont fourni des résultats équivalents à F2

L’EXPLOITATION À 50, 30, et 20 m3/h

Pour un rabattement global estimé à terme de l’ordre de 30 m

(sur un aquifère épais de 130m)

sera contrôlé par modèle mathématique.

UN ESSAI DE DÉBIT LONGUE DURÉE (72h) AU FORAGE F2 27 m3/h (7,5 l/sec)

Suivi sur F1, et sur 2 piézomètres, il fournit les caractéristiques hydrodynamiques (T, S) de l'aquifère qui serviront aux prévisions d'exploitation et au modèle mathématique à construire.

CHAUFFEURS
FOREUR
MANŒUVRE
MAIRE
INGENIEURS
DIRECTEURS

TOUS SONT RAVIS

LES VACHES DE PASSAGE

(prévenues comment ?)

APPRÉCIENT

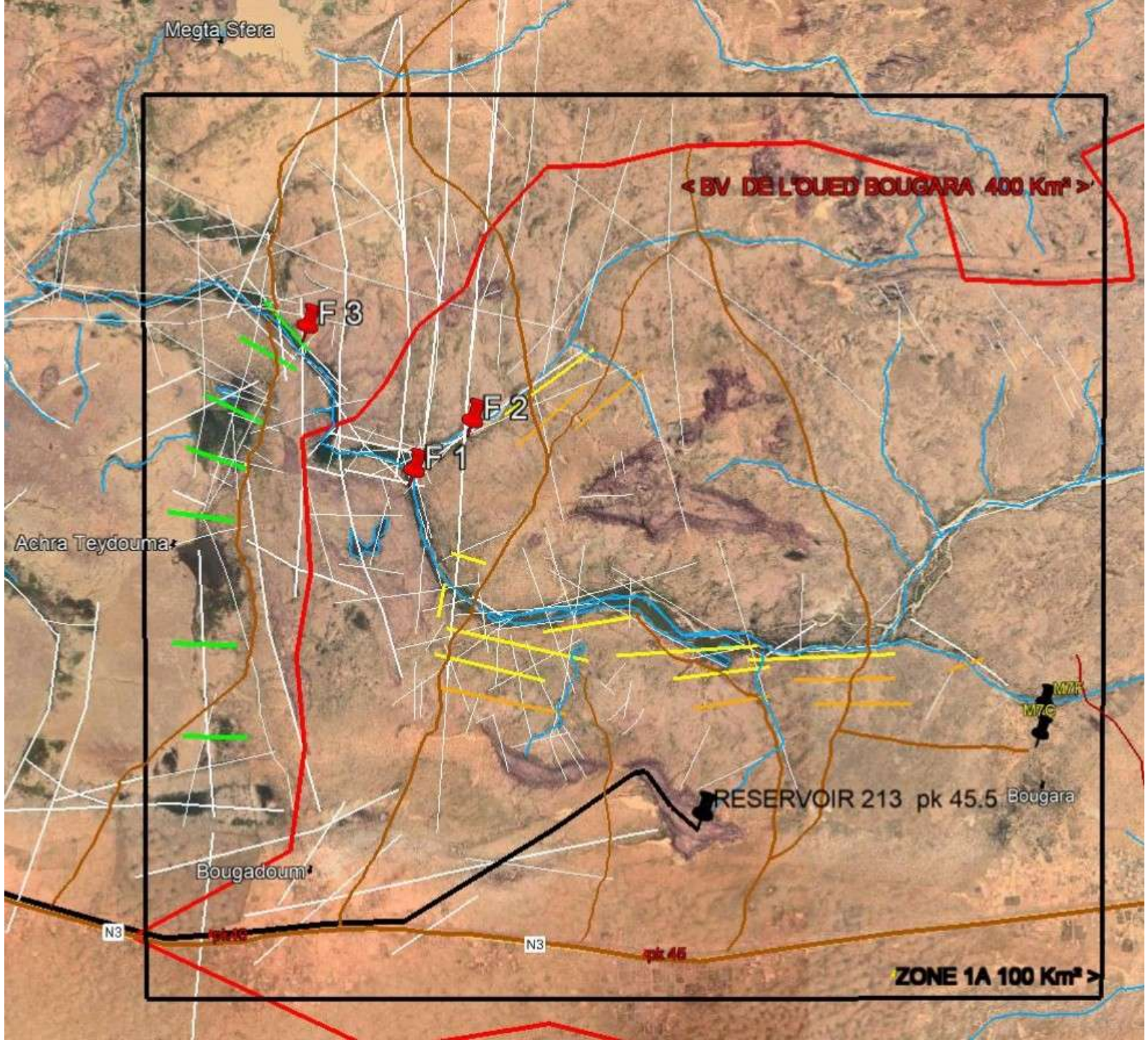
L’HYDROGÉOLOGUE AUSSI

7. ÉPILOGUE

A LA SUITE DE CES BONS RÉSULTATS,

UNE NOUVELLE CAMPAGNE DE GÉOPHYSIQUE FINANCÉE PAR L'AFD, POUR 3 NOUVEAUX FORAGES (trainés jaunes, panneaux verts)

EST LANCÉE ET RÉALISÉE PAR HYDROCONSEIL A L'ÉTÉ 2021

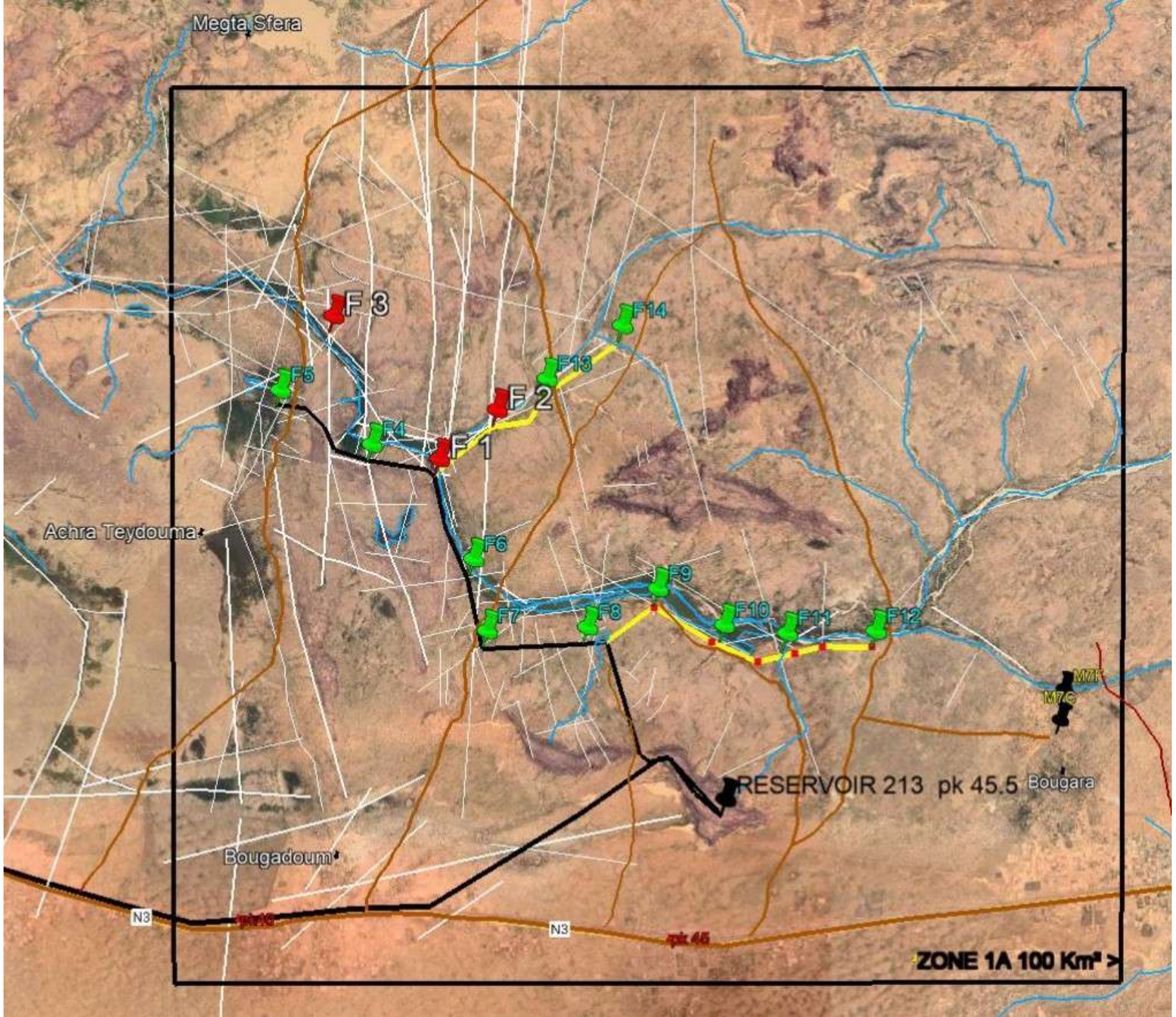


FIN NOV. 2021

LES RÉSULTATS GÉOPHYSIQUES SONT SATISFAISANTS :

UNE DOUZAINE DE NOUVEAUX SITES DE FORAGE ONT PU ÊTRE IDENTIFIÉS ET

LE FUTUR CHAMP CAPTANT SE DESSINE POUR 2 000 à 4 000 m3/jour SUR 8 A 12 FORAGES



APRÈS LES TROIS NOUVEAUX FORAGES, QUI SERONT FORÉS EN PRINCIPE DÉBUT 2022,

UN MODÈLE DU MASSIF DES GRÈS D'AIOUN EST PRÉVU POUR VÉRIFIER LA COHÉRENCE DE L'EXPLOITATION À 2 000 ET 4 000 M^3/JOUR POUR KIFFA, ET L'EXTENSION À D'AUTRES SECTEURS.

LA CONDUITE DE 45 KM (3 M€) POUR AMENER L'EAU A KIFFA DOIT ÊTRE FINANCÉE PAR LA BANQUE MONDIALE.

JE VOUS REMERCIE DE VOTRE ATTENTION