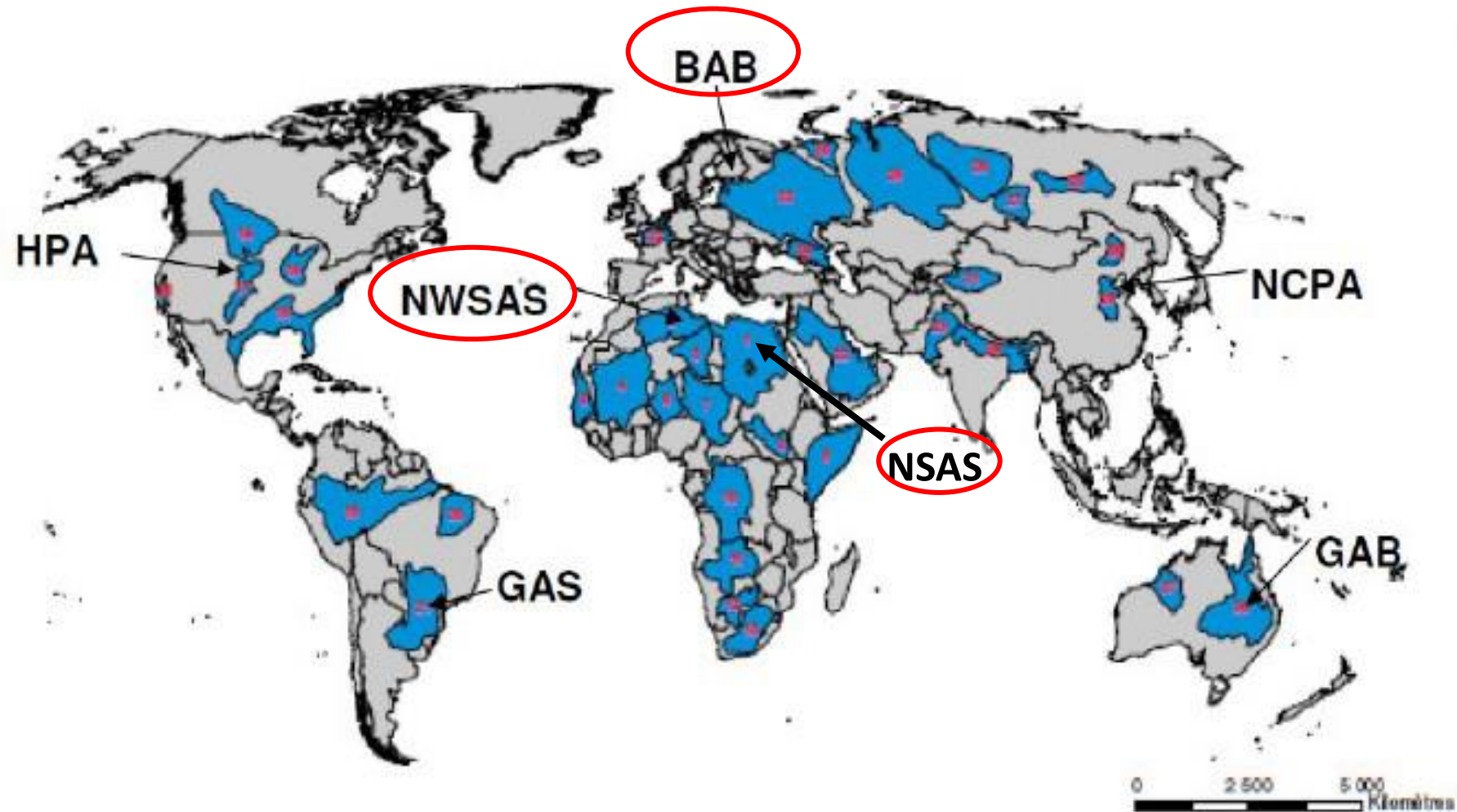


Sammenhengen mellom kvartære klimavariasjoner og noen av verdens største grunnvannsforekomster

Sylvi Haldorsen NMBU



NB! Stor
dispersjon i
akviferene gjør
dateringene
vanskelige å
tolke



Datering av grunnvann

^{14}C : Halveringstid 5700 år

Kan brukes til å datere vann opp til 20- 30 000 år

^{81}Kr : Halveringstid 229 ka, standardavvik 11 ka.

Kan datere vann 10 000 – 1 000 000 år

Edelgass

Lavt innhold, trenger store vannmengder

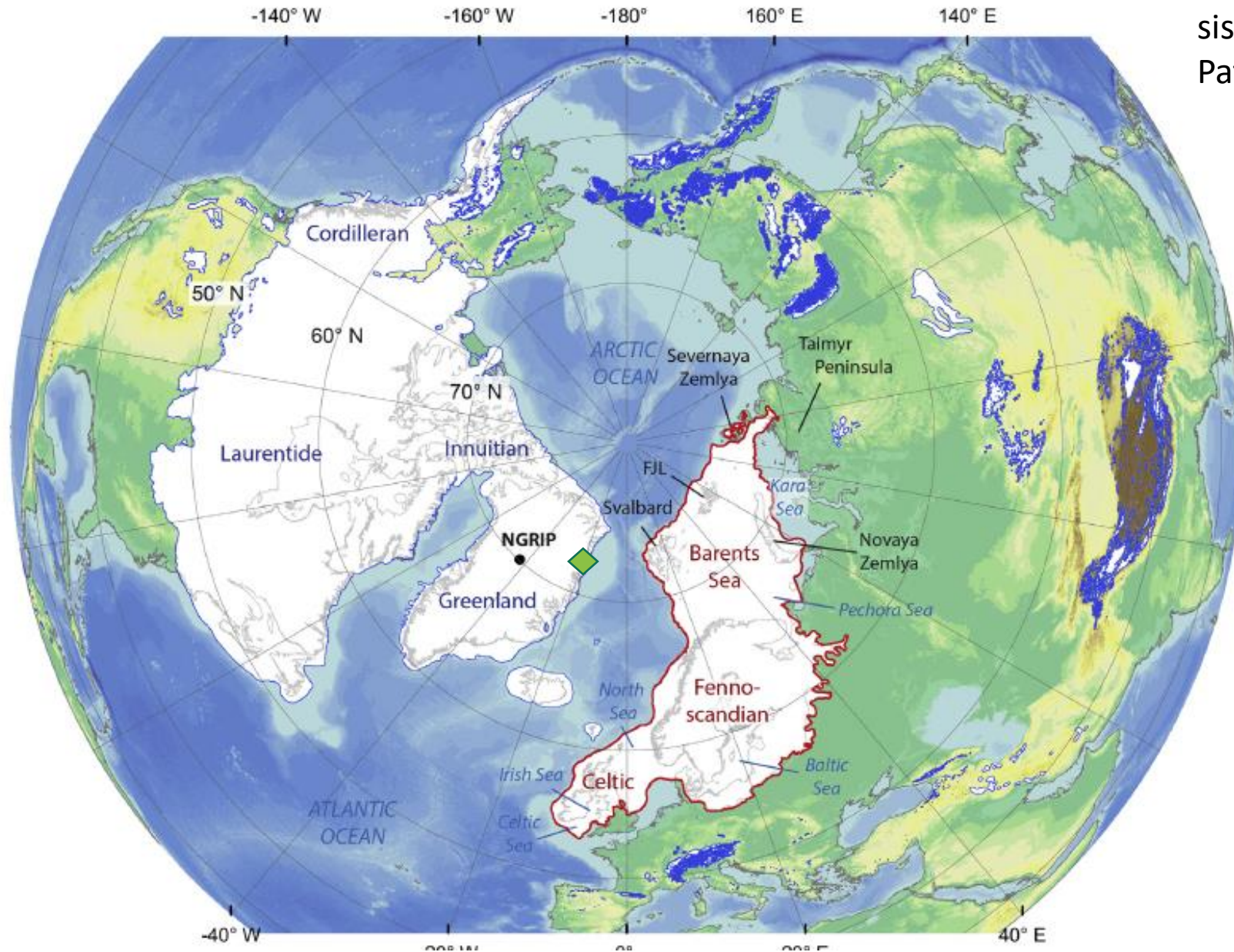
(Sturchio et al. 2004)

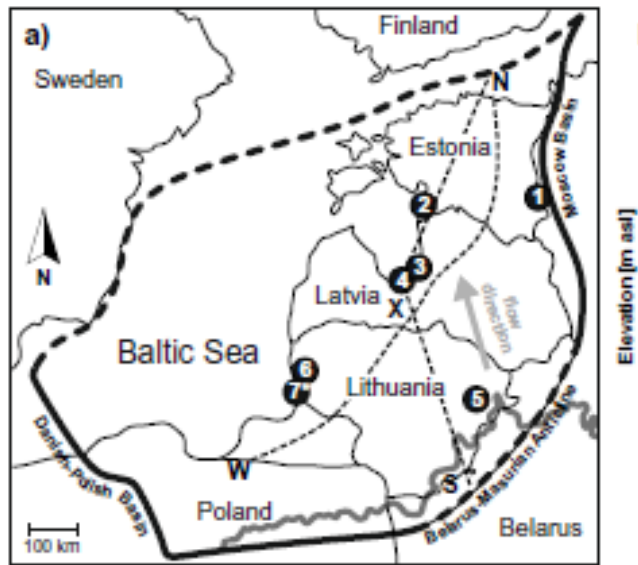
Nedbørparametre

$\delta^{18}\text{O}$, $\delta^2\text{H}$ temperaturindikatorer

Lave verdier for $\delta^{18}\text{O}$, $\delta^2\text{H}$: kalde forhold

Områder dekket av is, siste istid maksimum (MIS 2)
Patson et al 2017.





Det baltiske artesiske baltiske bassenget (BAB)

Gerber et al. 2017, Vaikmäe et al. 2021

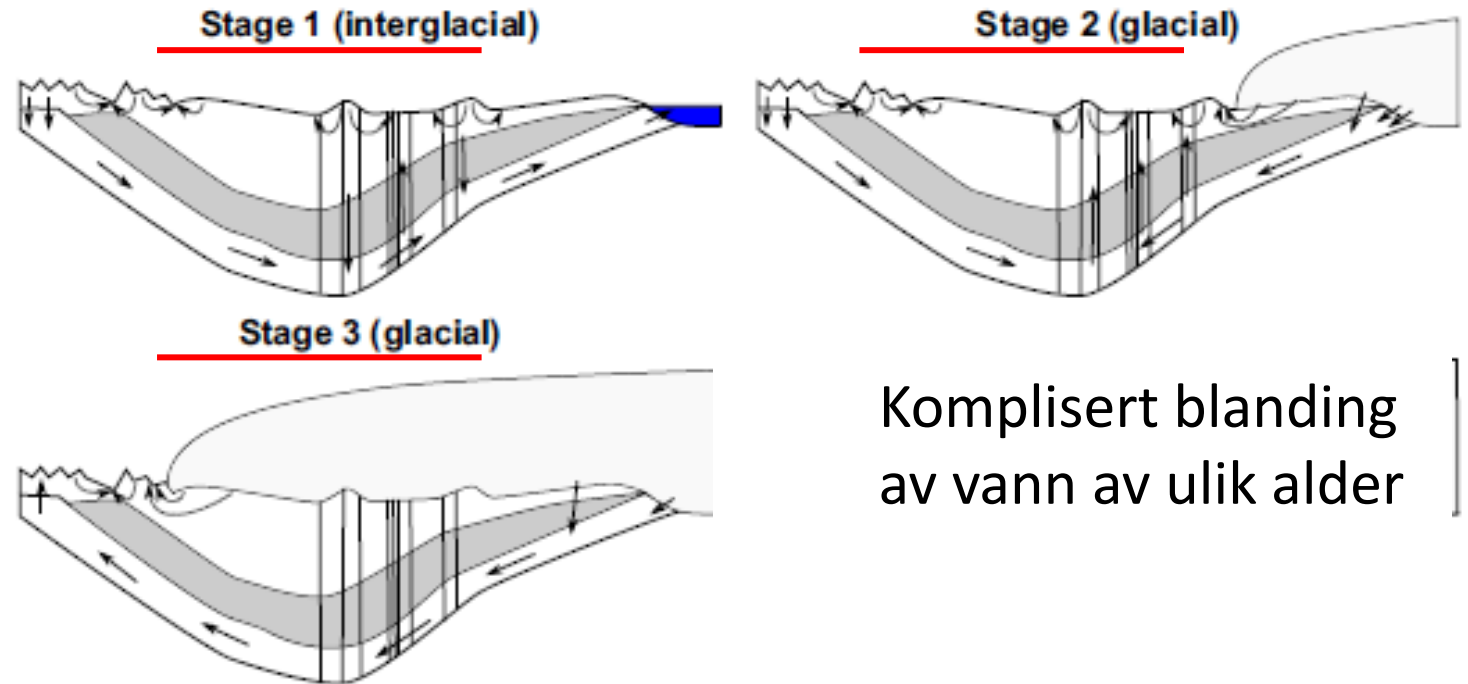
Moderne vann $\delta^{18}\text{O}$ -11,
 Glasialt vann $\delta^{18}\text{O} < -18$

Tar 50 ka for å oppnå fulle
 postglasiale forhold etter en
 istid



SE

NW



Komplisert blanding
 av vann av ulik alder

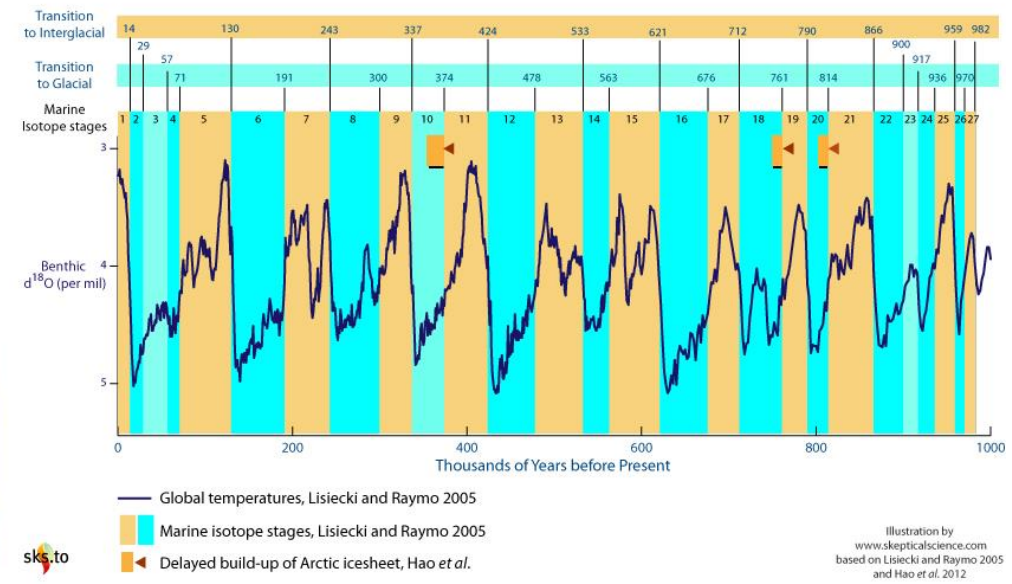
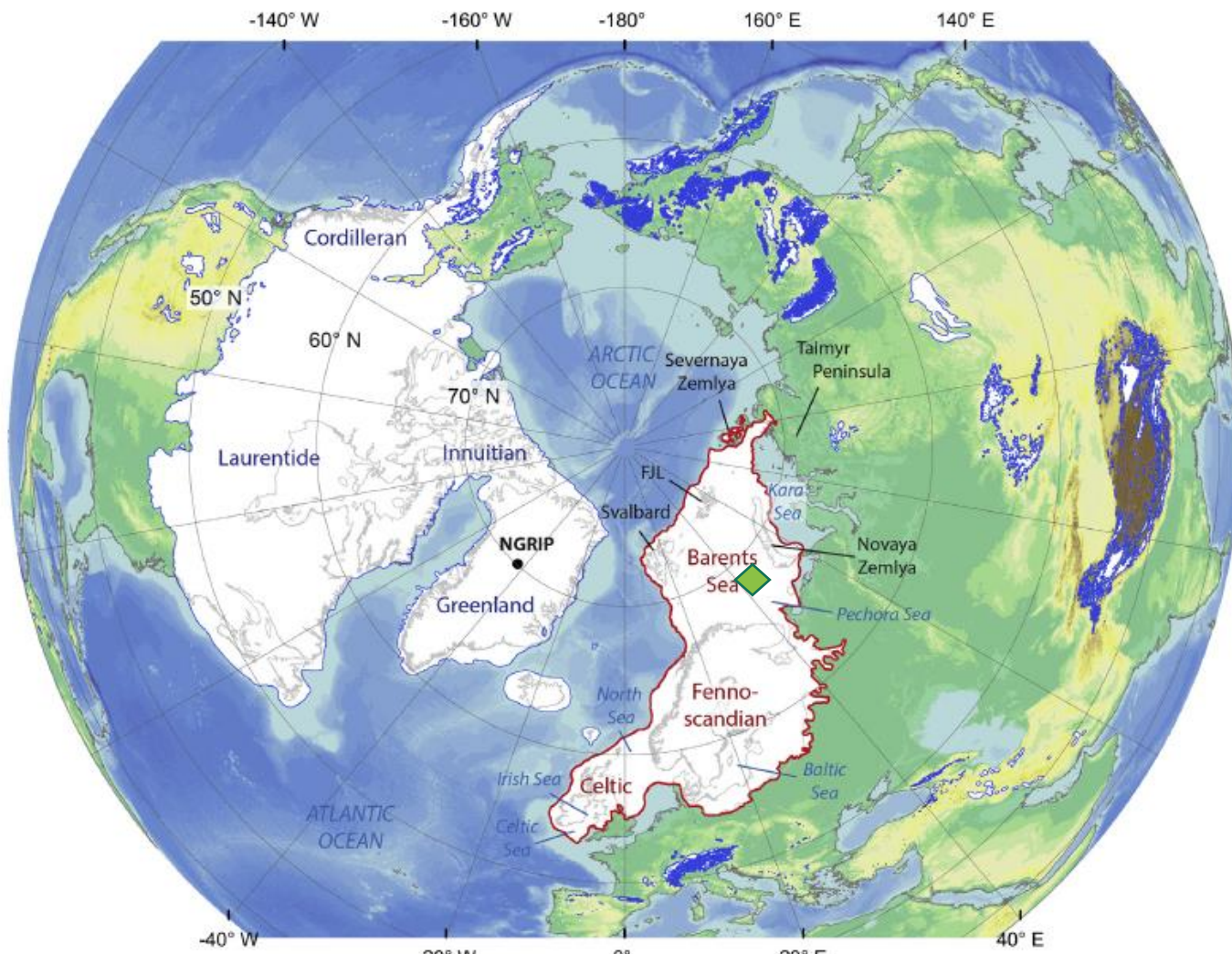
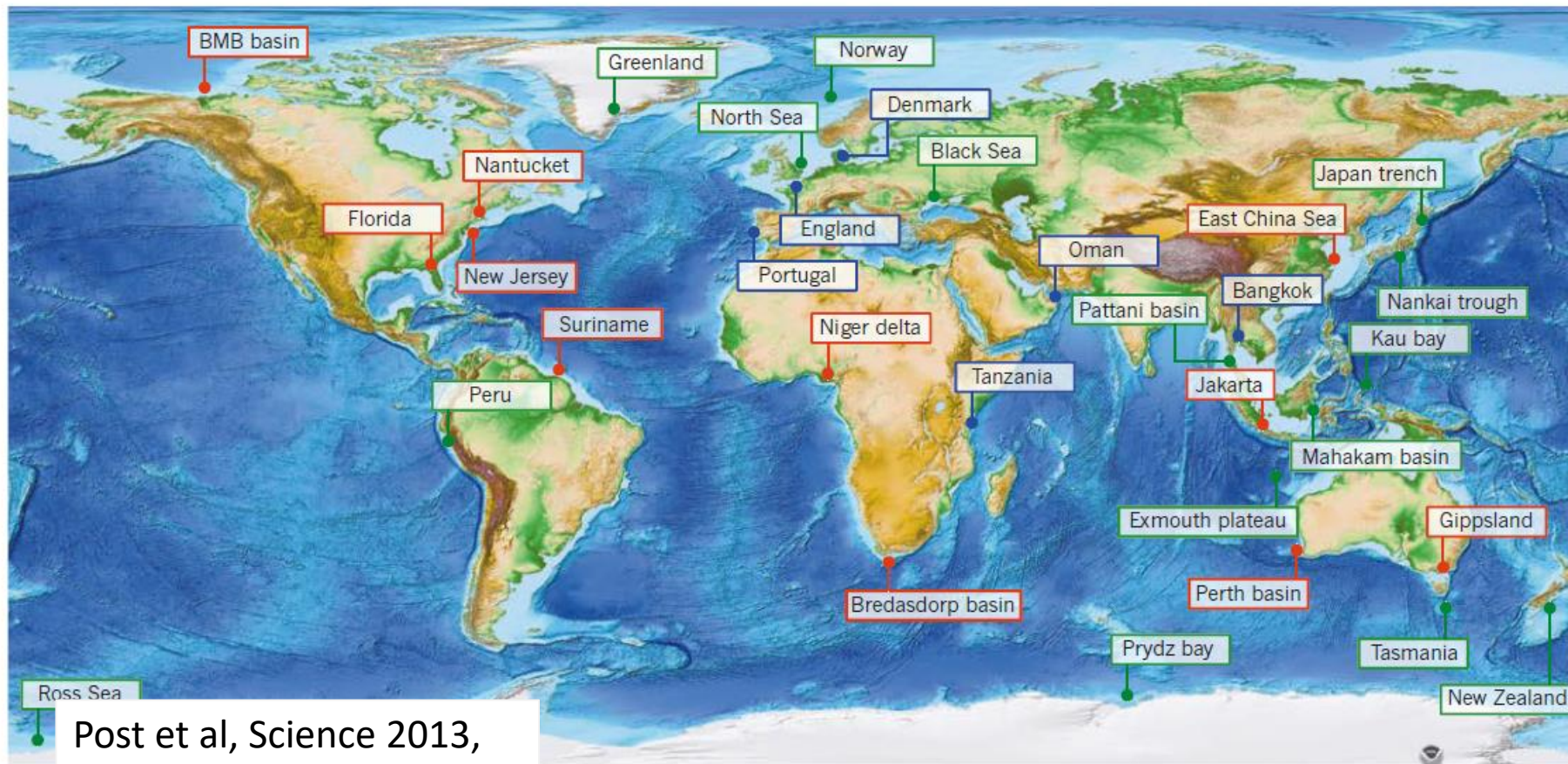


Illustration by
www.kepticalscience.com
based on Lisiecki and Raymo 2005
and Hao et al. 2012

Innlandsis som smelter, er kilden for den største delen av gammelt grunnvann i områder som har vært nediset.



Post et al, Science 2013,
data fra DSDP

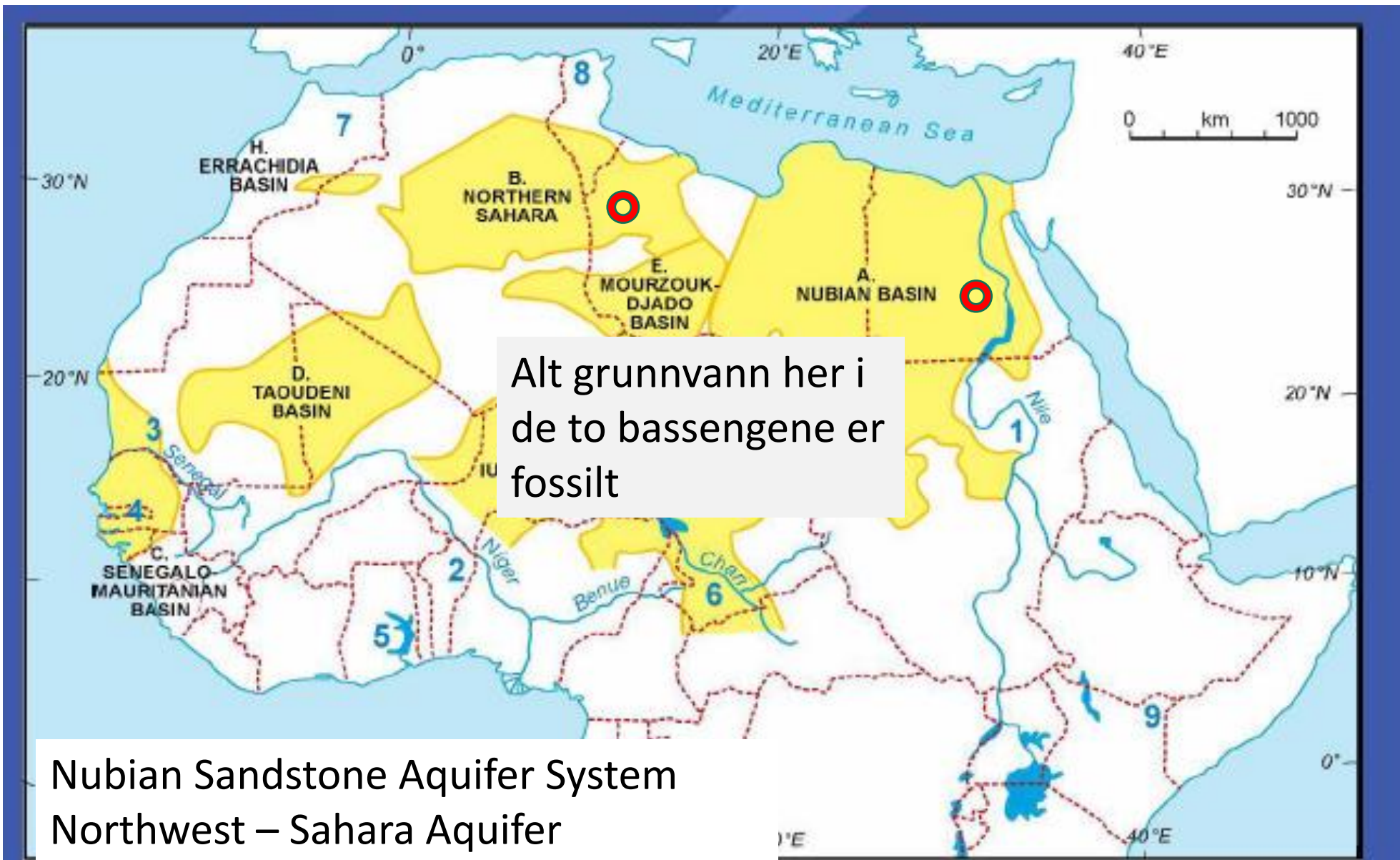


Store forekomster av
ferskt grunnvann utenfor kysten



Store forekomster av
grunnvann utenfor kysten,
ferskvann eller brakkvann?

Beregninger tydet på at mengden submarint ferskt eller brakt vann kan utgøre mange hundre kubikkilometer.



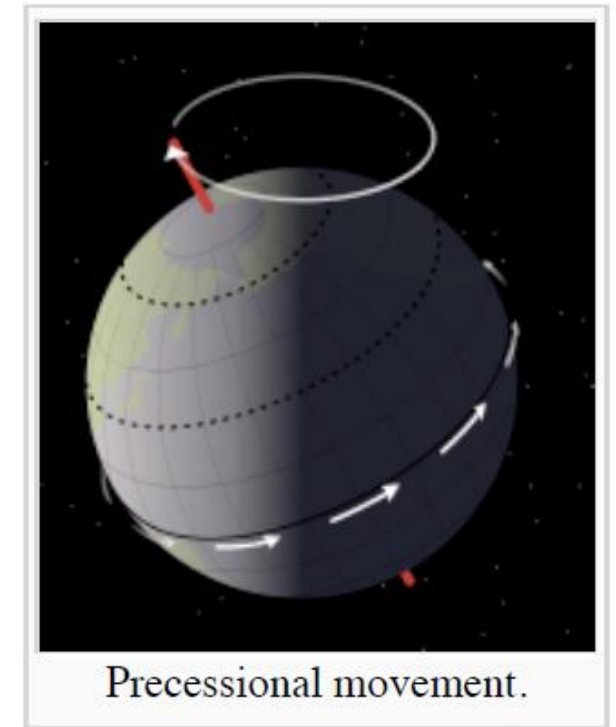
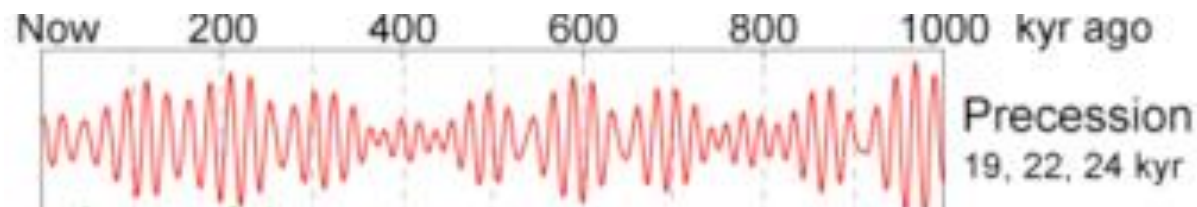
Nubian Sandstone Aquifer System
Northwest – Sahara Aquifer

Grunnvannsbasseng i Nord-Afrika

Det Grønne Sahara 15 – 8 ka før nåtid. Dette er tiden for nydannelse i NWSA og NSAS

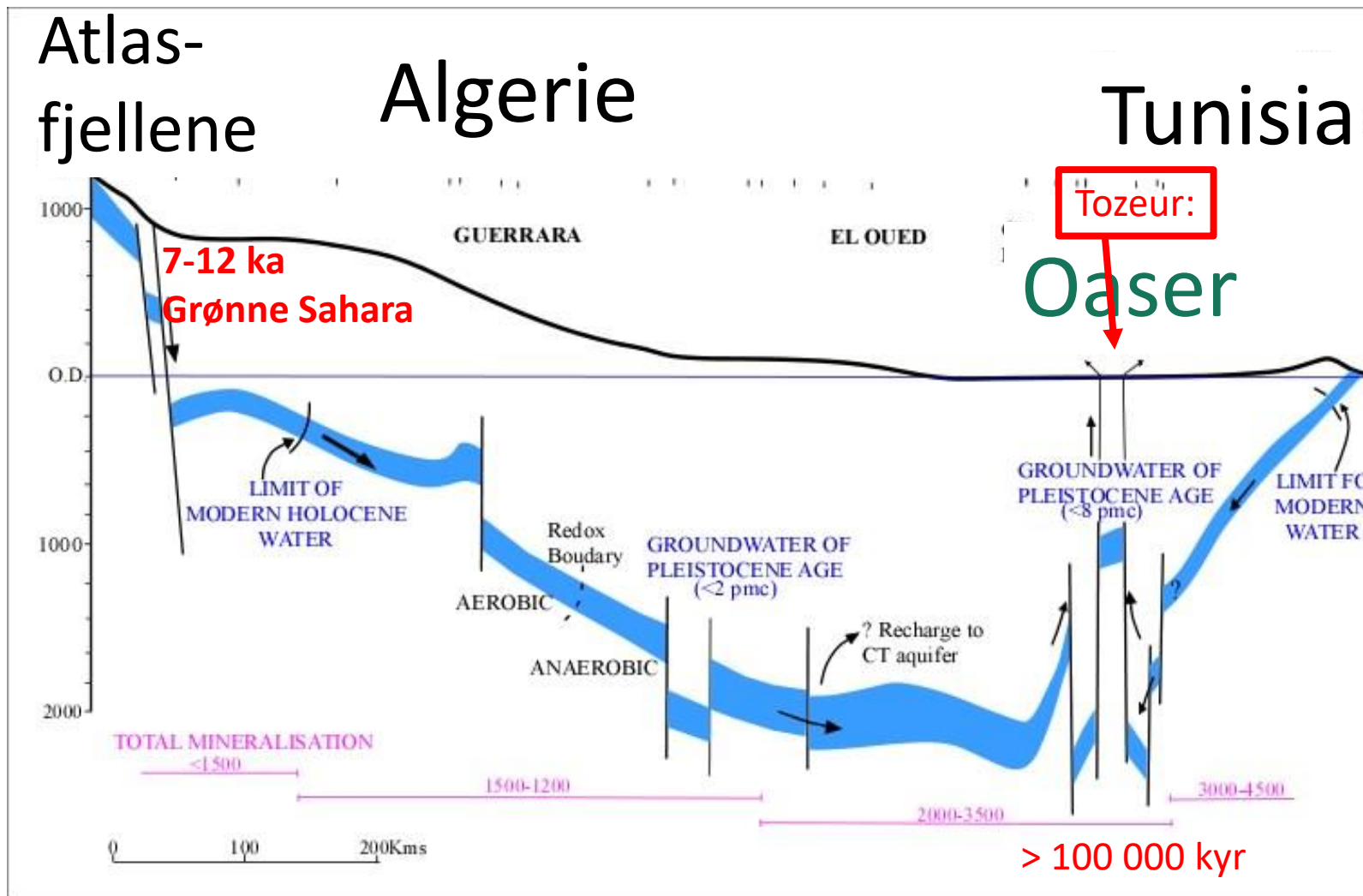
Presisjonen: Syklus 23-26 ka
Jordaksens «vobling» (snurrebasseffekten)

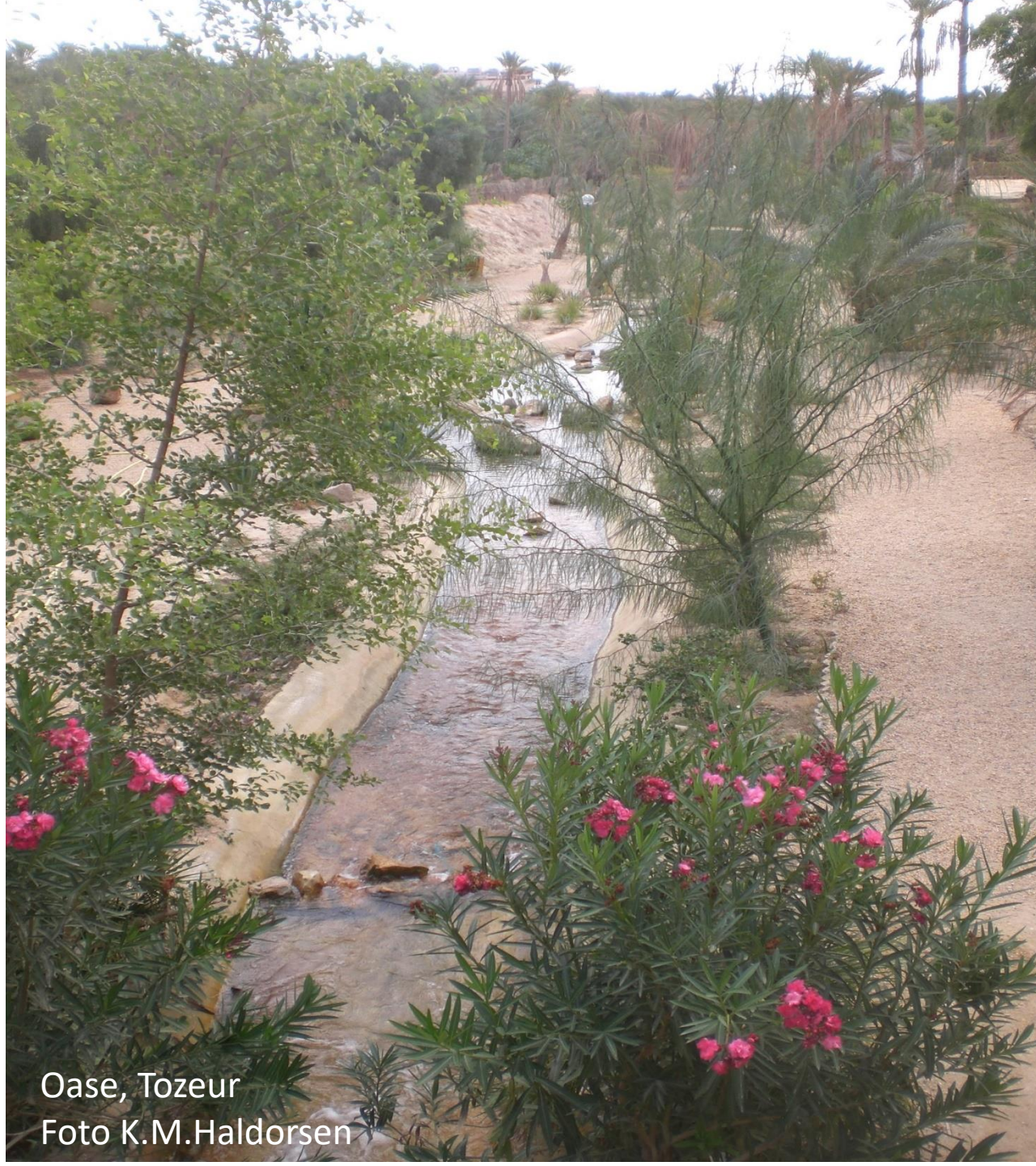
Bestemmer årstid for maksimal innstråling
nordlig og sørlig halvkule
(Grønn Sahara ved høy sommerinnstråling: monsunbeltet
(ITC) ligger lengst nord)



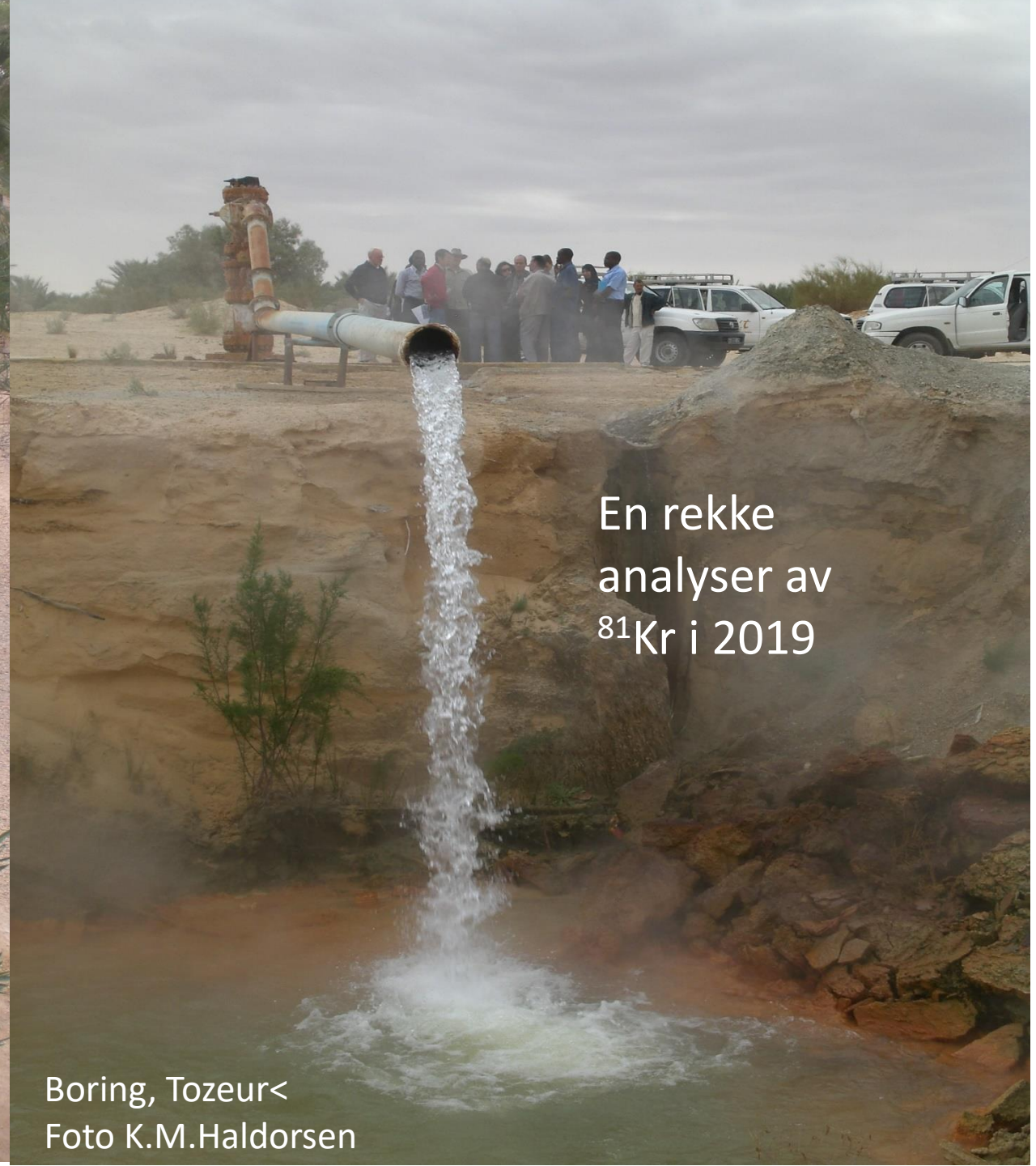


Section (ca 800 km) through Continental Intercalaire : Groundwater flow from Algerian Atlas to Dahar in Tunisia





Oase, Tozeur
Foto K.M.Haldorsen

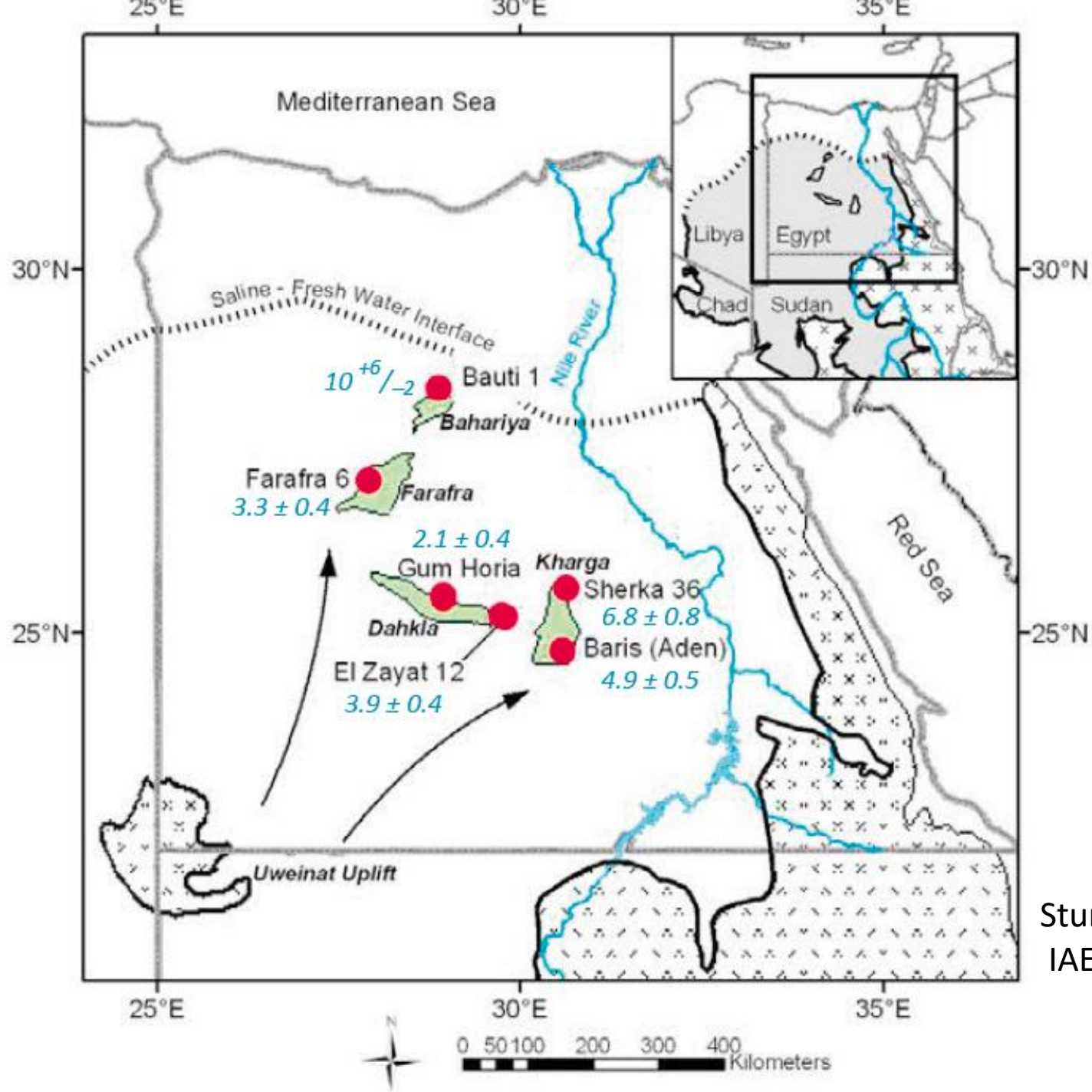


Boring, Tozeur<
Foto K.M.Haldorsen



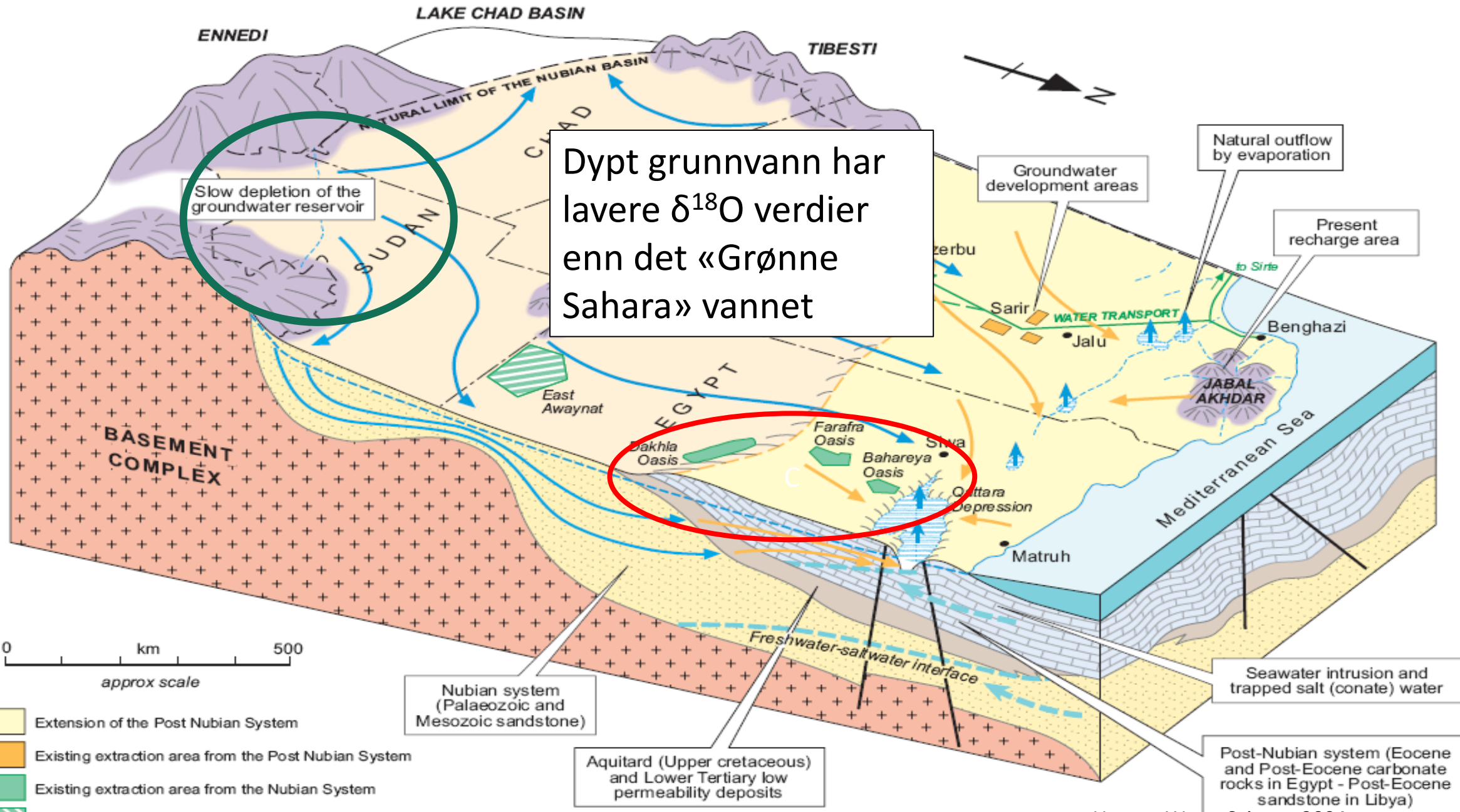
Nubian Sandstone Groundwater Basin

A. Border crossing aquifers



Farafra prøvetaking for Krypton (IAEA 2010)

Sturchio and Purtschert
IAEA 2013



Dypt grunnvann har lavere $\delta^{18}\text{O}$ verdier enn det «Grønne Sahara» vannet

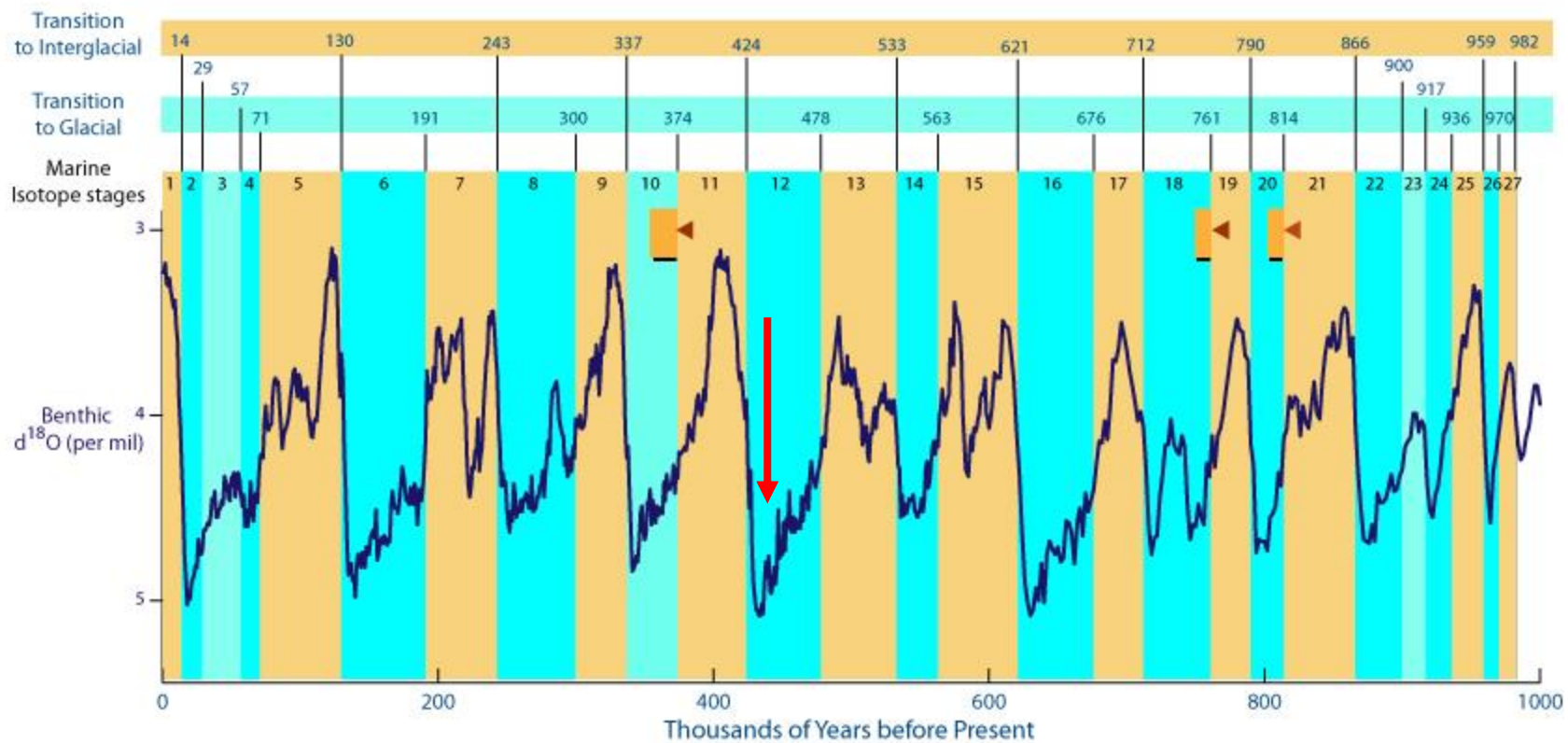
Slow depletion of the groundwater reservoir

Qattara Depression

0 km 500 approx scale

- Extension of the Post Nubian System
- Existing extraction area from the Post Nubian System
- Existing extraction area from the Nubian System
- Planned extraction area from the Nubian System
- Sporadic recharge/streamflows

MIS	Age ka		NSAS Sturchio et al 2004	NWSAS Matsumoto et al 2020
MIS 2-4	12-130	cool		
MIS 5	130-190	warm		150
MIS 6	190-244	cold		
MIS 7	244-301	warm	210	
MIS 8	301-334	cool		
MIS 9	334-364	warm	330	
MIS 10	364-427	cooler	390	
MIS 11	427-474	warmer		410
MIS 12	474-528	cooler	490	490, 480
MIS 13	528-568	warmer		530, 550, 580
MIS 14	568-621	cooler		600, 620
MIS 15	621-658	warmer		
MIS 16	659-712	cooler	680	



— Global temperatures, Lisiecki and Raymo 2005

■ Marine isotope stages, Lisiecki and Raymo 2005

◀ Delayed build-up of Arctic icesheet, Hao *et al.*



Illustration by
www.skepticalscience.com
 based on Lisiecki and Raymo 2005
 and Hao *et al.* 2012

KONKLUSJONER

Generell kunnskap om paleoklima kan gi en pekepinn om aldersdateringen for grunnvann avspeiler klimaet i en avgrenset tidsperiode.

Mye av det utnyttbare vannet i verden er dannet ved smelting av iskjold (f.eks. Edmunds 2001). Under iskjoldene har smeltevannet trengt dypt ned. Kjennetegnes ved svært lave $\delta^{18}\text{O}$ verdier.

Nydannelse av grunnvann i Saharas store grunnvannsbasseng har sannsynligvis i hovedsak vært knyttet til varme globale faser. Siste nydannelse er knyttet til jordaksens presisjon. Lav $\delta^{18}\text{O}$ i dypt grunnvann kan vi ikke forklare med kjente terrestriske data.

G@GPS
Groundwater and
Global Palaeoclimate
Signals
støttes av:



UNESCO

International Science Council (ICSU)

International Union for Geological Sciences (IUGS)

International Union of Quaternary Science (INQUA)

Aldersbestemmelser av grunnvann:

International Atomic Energy Agency (IAEA)