



THE HIDDEN OCEAN

Unlocking the Deep Fossil Aquifers of the Sahara and Sahel

Presentation based on :



LES RESSOURCES EN EAU PROFONDE DU DÉSERT DU SAHARA ET DE SES CONFINS ARIDES ET SEMI-ARIDES



AGROPOLIS
INTERNATIONAL



Comité Scientifique Français de la Désertification
French Scientific Committee on Desertification

Les dossiers thématiques du CSFD numéro 14

Directeur de la publication

Jean-Luc Chotte

Président du CSFD

Directeur de recherche de l'Institut de recherche pour le développement (IRD)

Auteur

Yves Travi

Hydrogéologue, hydrochimiste, isotopiste,
Avignon Université, France, yves.travi@univ-avignon.fr

Contributeurs

- **Lilia Benzid**, chargée de la communication et du genre, Observatoire du Sahara et du Sahel, Tunisie
- **Marc Bied-Charreton**, agroéconomiste et géographe, professeur émérite de l'Université de Versailles, Saint-Quentin-en-Yveline, France
- **Philippe Billet**, juriste en droit public, Université Jean Moulin Lyon 3, France
- **Gilles Boulet**, hydrologue, IRD, France
- **Richard Escadafal**, pédologue spécialisé en télédétection, retraité de l'IRD, France
- **Sonja Koepfel**, experte en affaires environnementales, Convention sur l'eau, Division de l'environnement, Commission économique pour l'Europe des Nations Unies, Suisse

Coordination éditoriale et rédaction

Isabelle Amsallem, amsallem@agropolis.fr
Agropolis Productions

Réalisation

Frédéric Pruneau, pruneauproduction@gmail.com
Pruneau Production

Remerciements pour les illustrations

Véronique Gaston et **Daina Rechner** (photothèque Indigo de l'IRD, <https://indigo.ird.fr>), **Philippe Crochet**, **Alexis Gutierrez** (BRGM), **Jacques Taberlet** ainsi que les auteurs des différentes photos présentes dans le dossier.

Impression : LPJ Hippocampe (Montpellier, France)

Dépôt légal : à parution • **ISSN** : 1772-6964

Imprimé à 1 000 exemplaires

© CSFD / Agropolis International, janvier 2021.

Comité Scientifique Français de la Désertification

La création, en 1997, du Comité Scientifique Français de la Désertification, CSFD, répond à une double préoccupation des ministères en charge de la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification. D'une part, il s'agit de la volonté de mobiliser la communauté scientifique française compétente en matière de désertification, de dégradation des terres et de développement des régions arides, semi-arides et subhumides afin de produire des connaissances et servir de guide et de conseil aux décideurs politiques et aux acteurs de la lutte. D'autre part, il s'agit de renforcer le positionnement de cette communauté dans le contexte international. Pour répondre à ces attentes, le CSFD se veut une force d'analyse et d'évaluation, de prospective et de suivi, d'information et de promotion. Le CSFD participe également, dans le cadre des délégations françaises, aux différentes réunions statutaires des organes de la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification : Conférences des Parties, Comité de la Science et de la Technologie, Comité du suivi de la mise en œuvre de la Convention. Il est également acteur des réunions aux niveaux européen et international. Il contribue aux activités de plaidoyer en faveur du développement des zones sèches, en relation avec la société civile et les médias. Le CSFD participe à des réseaux internationaux (par exemple le réseau international DNI, *DeserNet International*).

Le CSFD est composé d'une vingtaine de membres et d'un Président, nommés intuitu personae par le ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation et issus des différents champs disciplinaires et des principaux organismes et universités concernés. Le CSFD est géré et hébergé par Agropolis International, association de médiation sciences-sociétés qui s'appuie sur un écosystème académique remarquable en région Occitanie dans les domaines de l'agriculture, de l'alimentation, de la biodiversité et de l'environnement. Le Comité agit comme un organe indépendant et ses avis n'ont pas de pouvoir décisionnel. Il n'a pas de personnalité juridique. Le financement de son fonctionnement est assuré par des contributions du ministère de l'Europe et des Affaires étrangères, du ministère de la Transition écologique et solidaire. La participation de ses membres à ses activités est gracieuse et fait partie de l'apport du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

Pour en savoir plus

www.csf-desertification.org

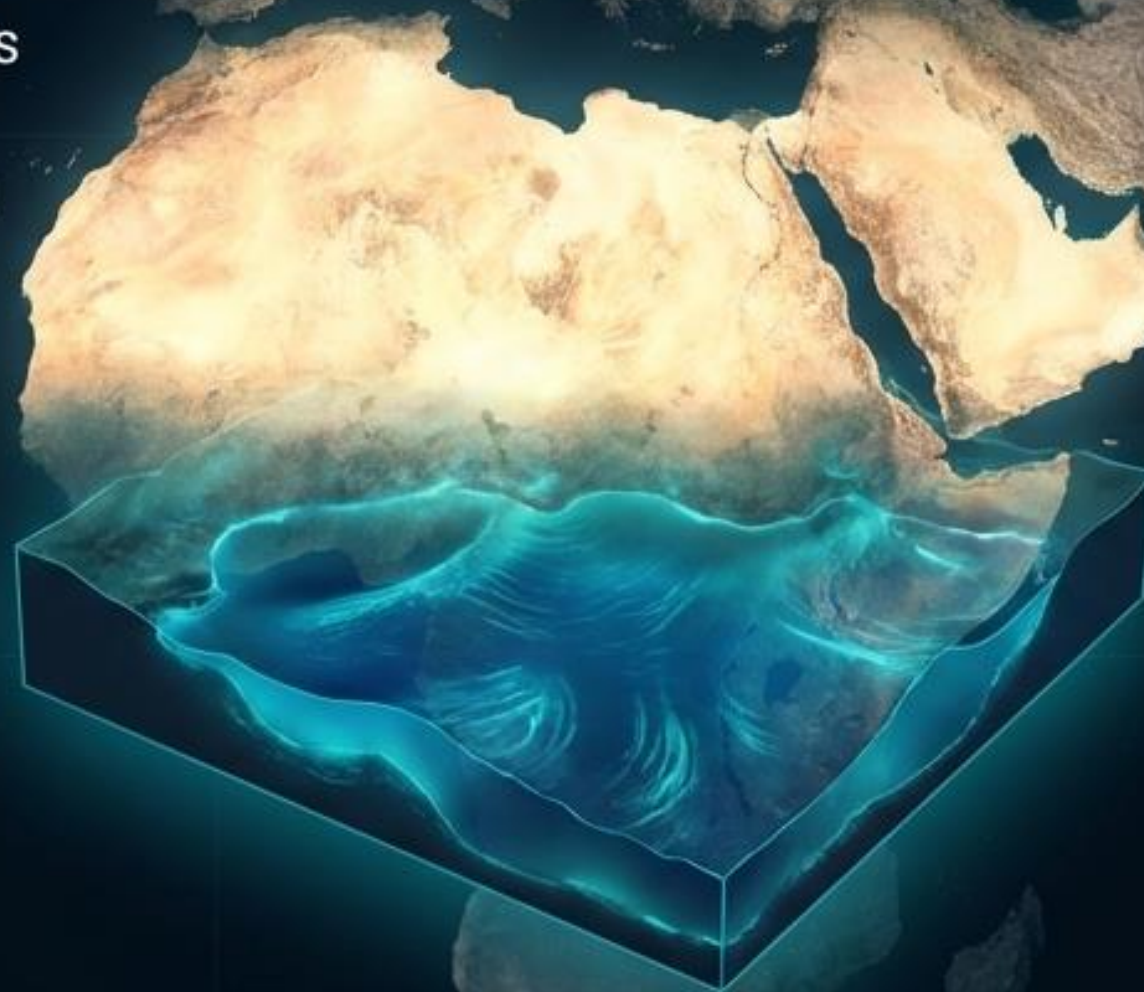
La rédaction, la fabrication et la diffusion de ces dossiers sont entièrement à la charge du Comité, grâce à l'appui qu'il reçoit des ministères français. Les dossiers thématiques du CSFD sont téléchargeables sur le site internet du Comité, www.csf-desertification.org

Pour référence

Travi Y., 2021. Les ressources en eau profonde du désert du Sahara et de ses confins arides et semi-arides. *Les dossiers thématiques du CSFD*. N°14. janvier 2021. CSFD/Agropolis International, Montpellier, France. 56 pages

The Greatest Continuous Arid Region on Earth Hides a Paradox

North Africa faces absolute surface water scarcity (SDG 6). Yet, beneath the sand lies one of the planet's largest continuous stocks of liquid freshwater, comparable in surface area to the continent of Europe.



95%

of global water use relies on actively renewable surface resources.

5%

relies on deep groundwater stocks—a critical lifeline for the world's hyper-arid zones.

Two Distinct Hydrological Realities

Renewable Aquifers



Replenishment:

Active and continuous (via rain, rivers).

Management Model:

Agricultural. You harvest the yield.

Financial Metaphor:

Using the "Interest." As long as extraction equals recharge, the resource is sustainable indefinitely.

Non-Renewable (Fossil) Aquifers



Replenishment:

Negligible under modern climatic conditions.

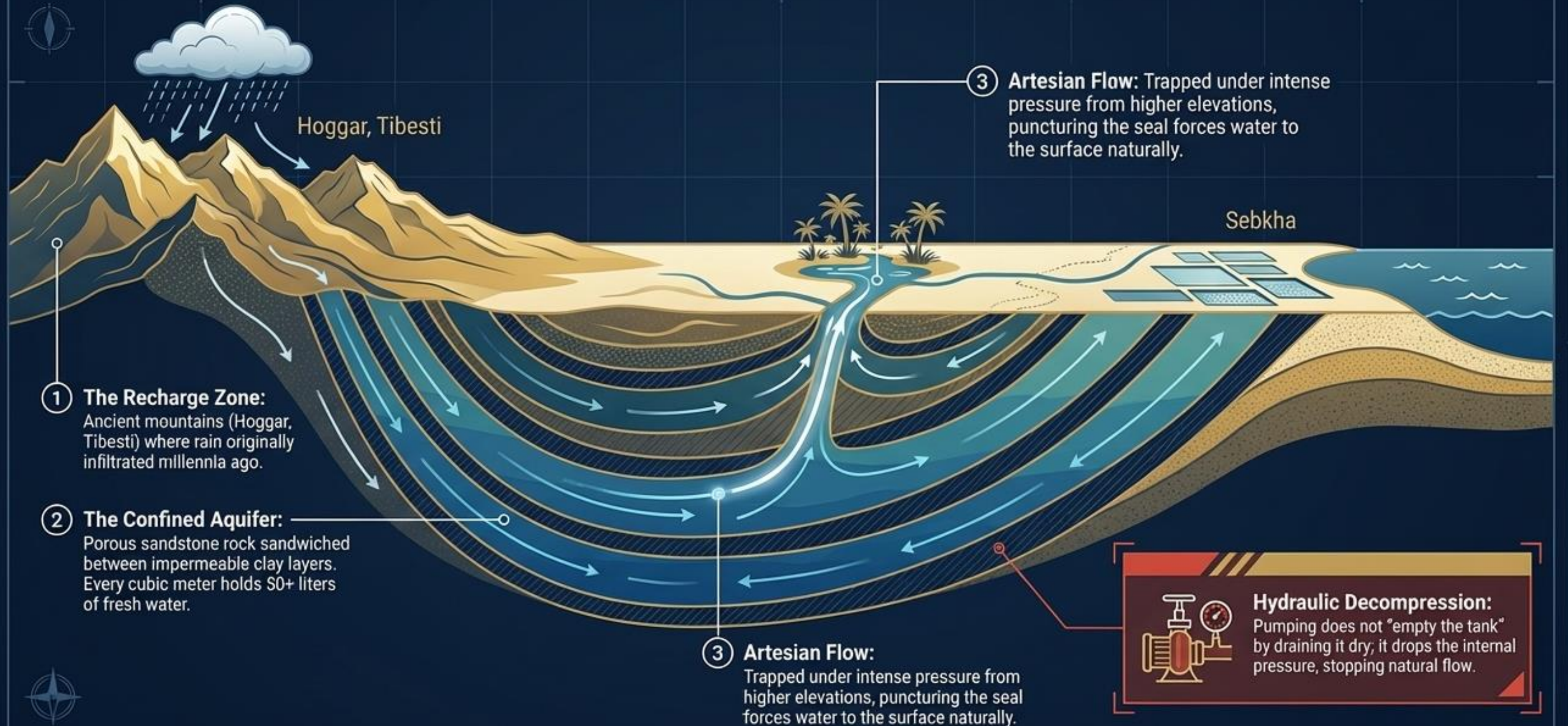
Management Model:

Mining. You extract a finite stock.

Financial Metaphor:

Spending the "Capital." Extraction permanently draws down the geological savings account.

Anatomy of a Deep Confined Aquifer



Relics of a "Green Sahara"

These deep aquifers are not a product of the modern climate. They are massive ecological time capsules.



100,000 BCE - Early Holocene:
Massive river systems and paleolakes dominate the Sahara. Heavy rainfall infiltrates deep sedimentary basins.



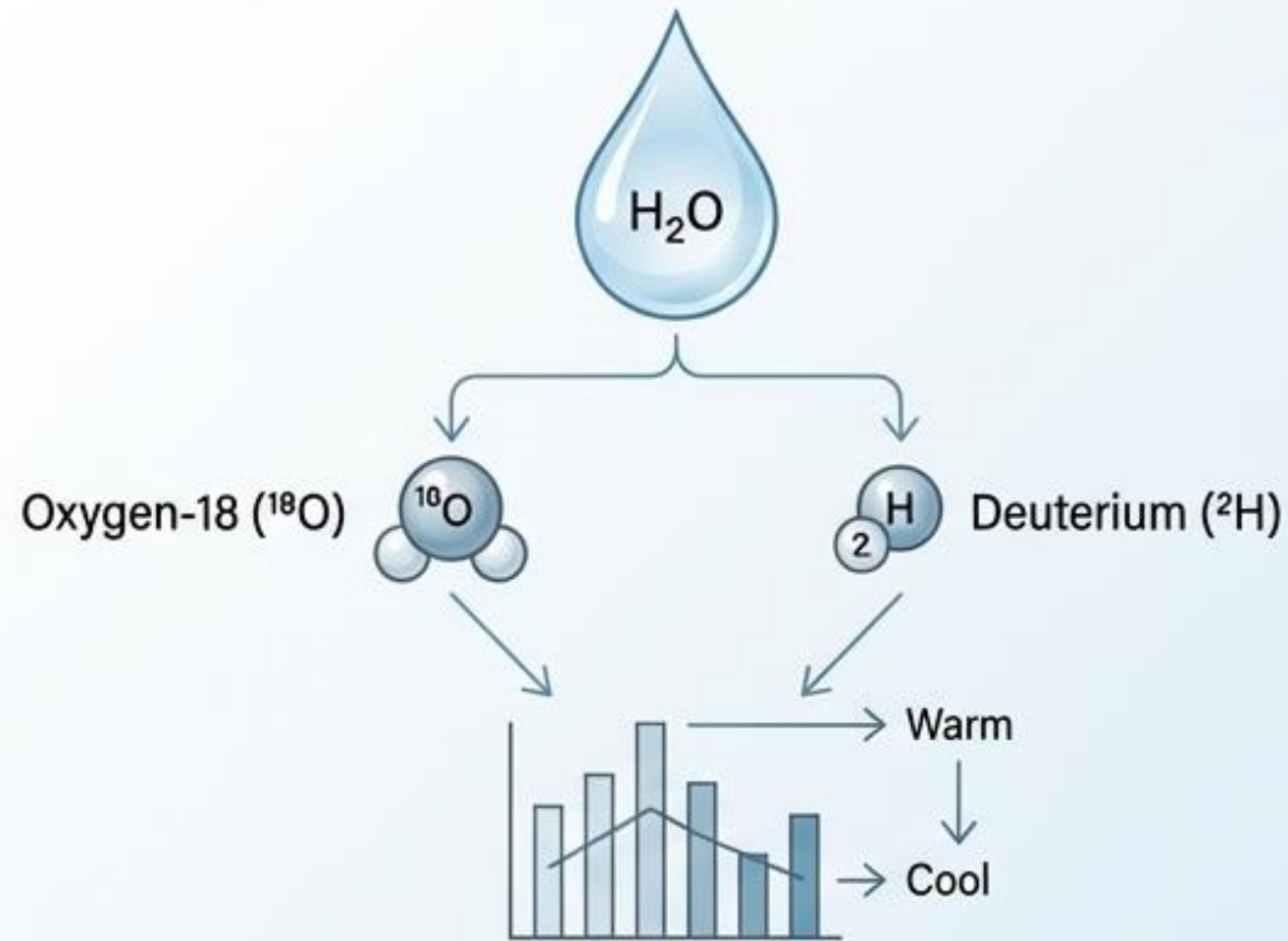
4,000 Years BP:
The climate shifts dramatically. The rivers dry up. The aquifers are cut off from major atmospheric recharge, effectively sealing them.



Present Day:
Desert oases remain as the final, lingering remnants of an ancient hydrological cycle.

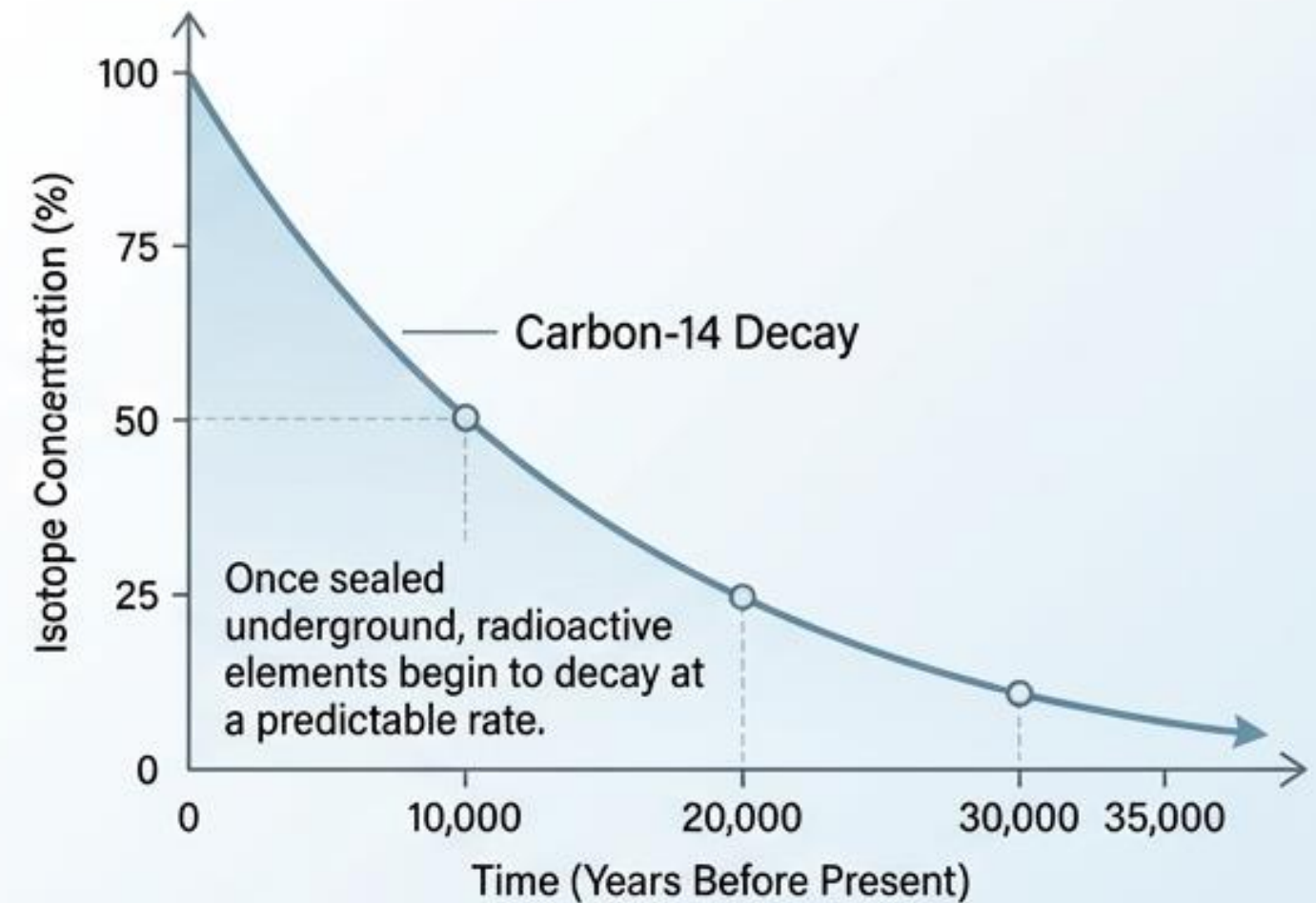
The Science of Memory: How We Date Water

The Climate Thermometer (Stable Isotopes)



The exact ratio of heavy to light isotopes in the water molecule records the precise atmospheric temperature and rainfall conditions at the moment the water seeped into the earth thousands of years ago.

The Submerged Clocks (Radio-isotopes)



• **Carbon-14:** Accurately dates water up to 35,000 years old.



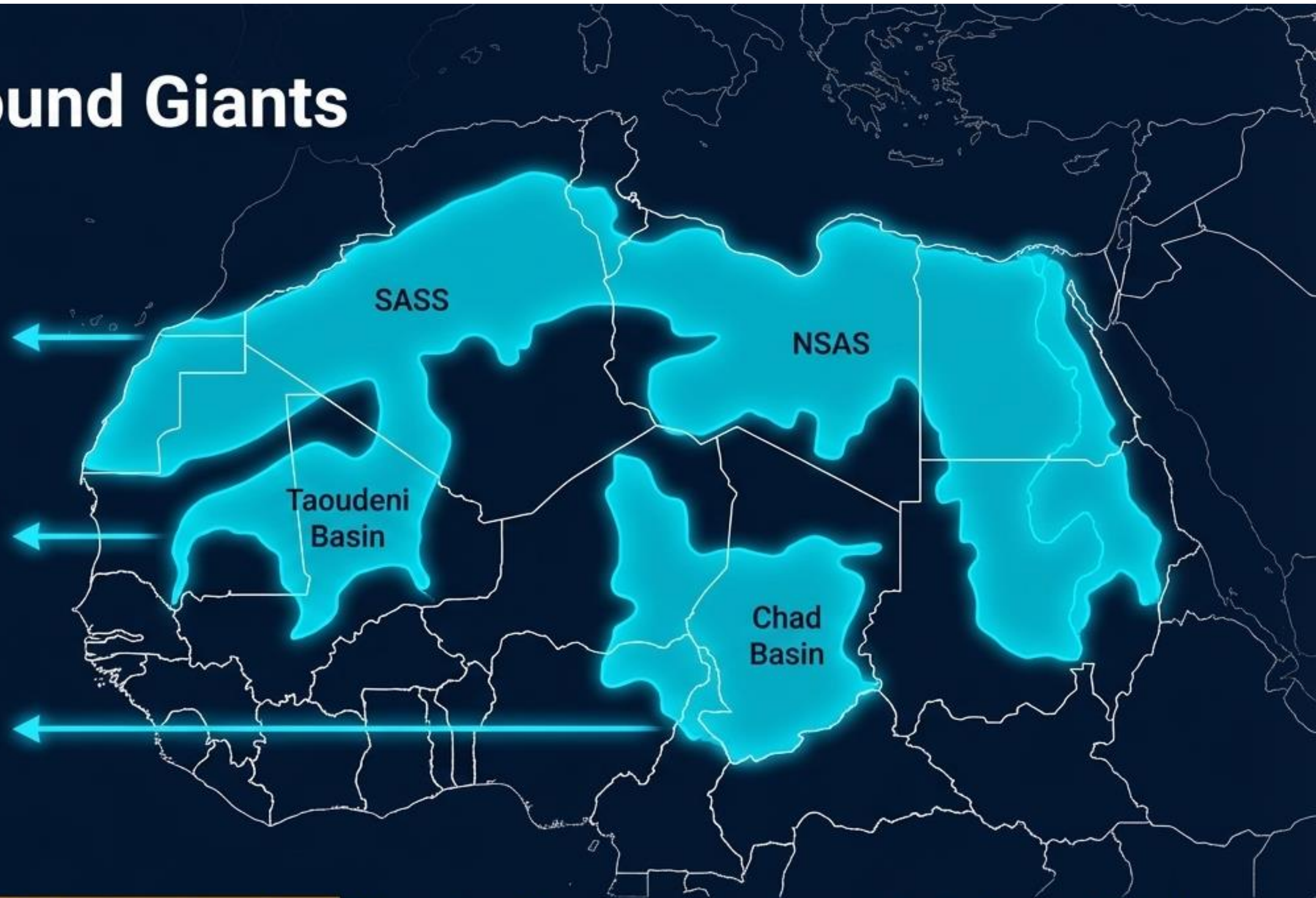
• **Krypton-81:** A noble gas used to date hyper-ancient reserves up to hundreds of thousands of years old.

The Underground Giants

Nubian Sandstone Aquifer System (NSAS): 2.2 million km². Shared by Egypt, Libya, Sudan, and Chad.

North-Western Sahara Aquifer System (SASS): 1 million km². Shared by Algeria, Libya, and Tunisia.

Chad Basin: 1.5 million km². Shared by Niger, Nigeria, Chad, Cameroon, and CAR.



Every major fossil aquifer is transboundary. Managing them requires unprecedented geopolitical cooperation because a deep bore well in one country directly drops the pressure in a neighboring state.

Oases: The Fragile Surface Link



Oases are not arbitrary surface ponds; they are the natural pressure-release valves of deep fossil aquifers.

- Driven entirely by deep geological artesian pressure.
- Act as the exclusive life-support system for unique micro-fauna and millennia-old human settlements.
- Highly vulnerable: Any drop in the regional underground pressure stops the upward flow, severing the lifeline to the surface.

The Shift to 'Water Mining'

Percentage of national water demand met by mining fossil aquifers

Saudi Arabia: 86%

Libya: 71%

Algeria: 35%

Modern deep-drilling technology triggered a paradigm shift in the mid-20th century. Arid nations transitioned from harvesting natural artesian overflow to actively "mining" the aquifer's static capital.

32 km³

Estimated global fossil water extracted per year, concentrated heavily in Arab states.

The Anatomy of Collapse

1. Artificial Extraction: Deep boreholes pump water at rates vastly exceeding the near-zero natural recharge.

2. Hydraulic Decompression: The physical pressure within the confined aquifer drops rapidly across hundreds of square miles.

3. Cessation of Artesian Flow: Surface springs and oases lose the upward pressure required to break through the desert floor.

4. Stagnation & Evaporation: Surface lakes lose their fresh water inflow. High desert heat causes aggressive evaporation.

5. Terminal Salinization: Natural dissolved salts are left behind. Freshwater havens transform into toxic, lifeless salt crusts.

Case Study: The Erasure of Kufrah



1924

A magnificent, vibrant freshwater lake surrounded by deep vegetation and human activity.



1968

Intense deep pumping in the region drops artesian pressure. Inflow stops. The lake concentrates, turning highly saline.



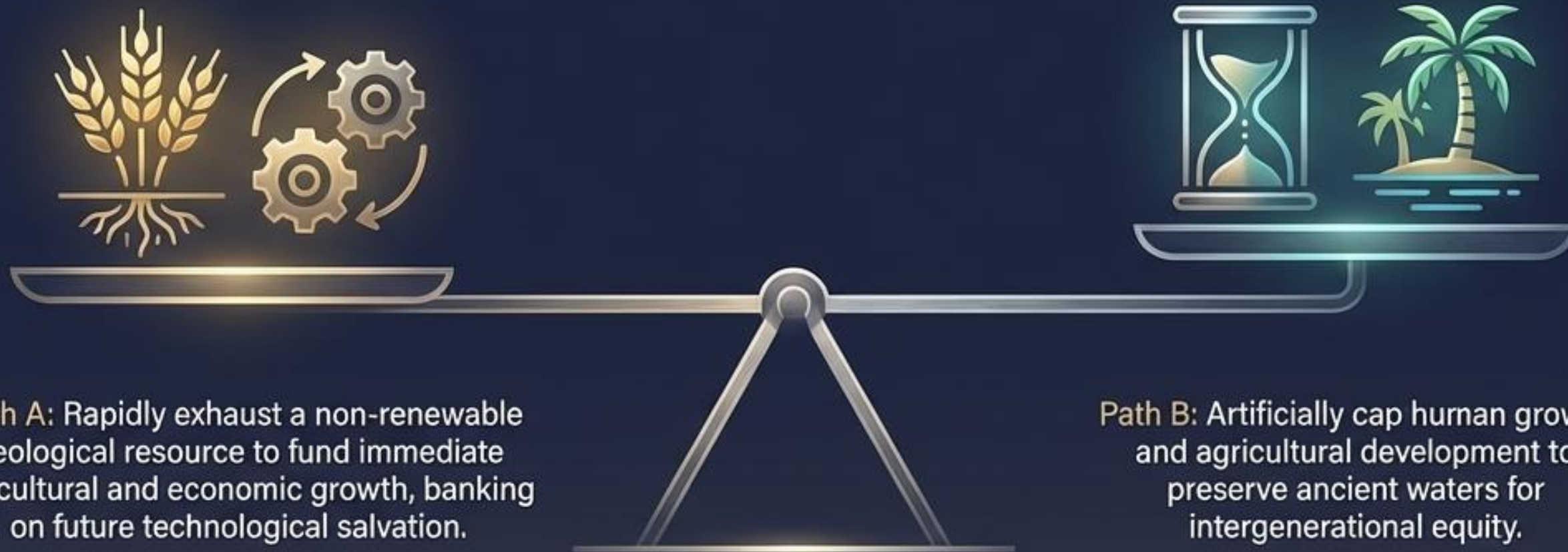
2004

Total collapse. The lake has completely vanished, leaving behind dry dust, salt crusts, and a dead ecosystem.

An ecological balance sustained for tens of thousands of years was permanently erased in just 80 years of mechanical extraction.

The Policy Dilemma: Spending the Capital

Fossil aquifers force a mining dilemma entirely distinct from standard water management.



Hydrogeologists can map the bounds of the hidden ocean and calculate the exact speed of its depletion. But the decision of how fast to drain 100,000 years of history is a moral choice society must make.