

Aperçu de l'hydrogéologie des Pays-Bas

Webinar du Comité Français d'hydrogéologie
du 1er Décembre 2020



Auteur:
Christophe Obergfell, hydrologue
Couwenhoven 4407
NL- 3703 EK Zeist
christophe.obergfell@gmail.com

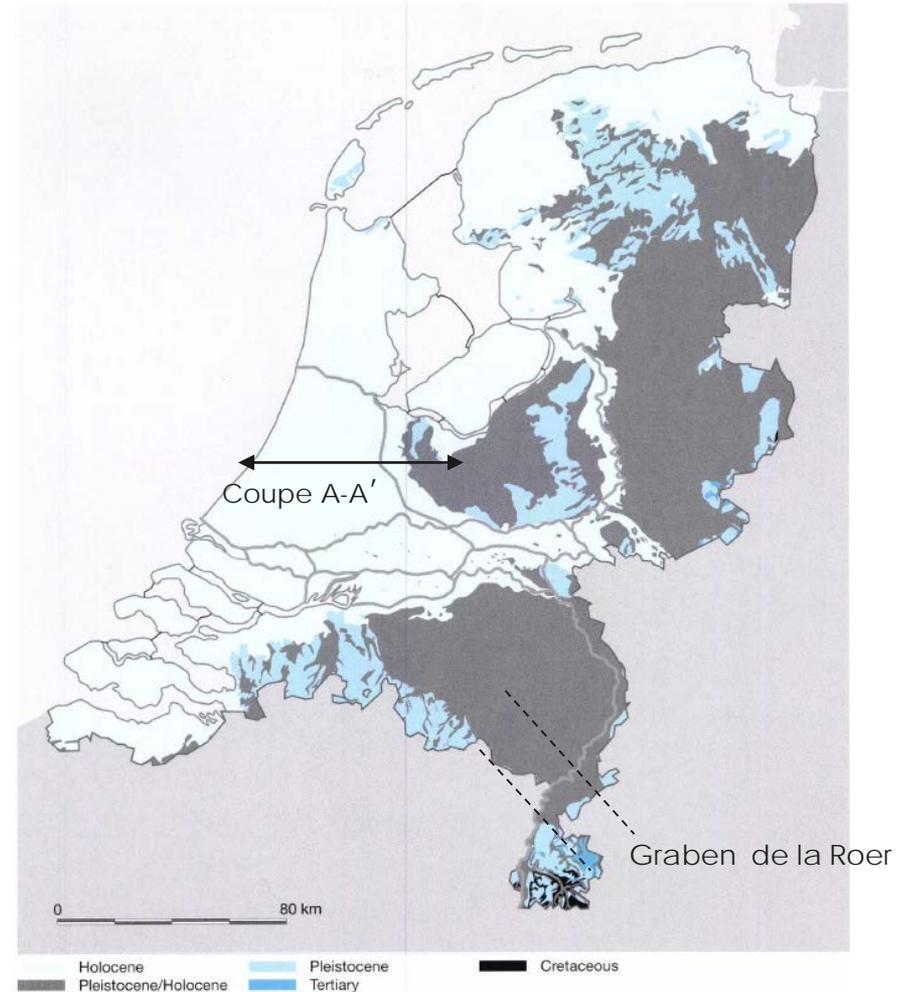
Photo: Digue à Groot-Amers, Pays-Bas

Le fil conducteur de l'exposé...

Aux Pays-Bas, l'eau douce abonde en surface mais pas en profondeur.

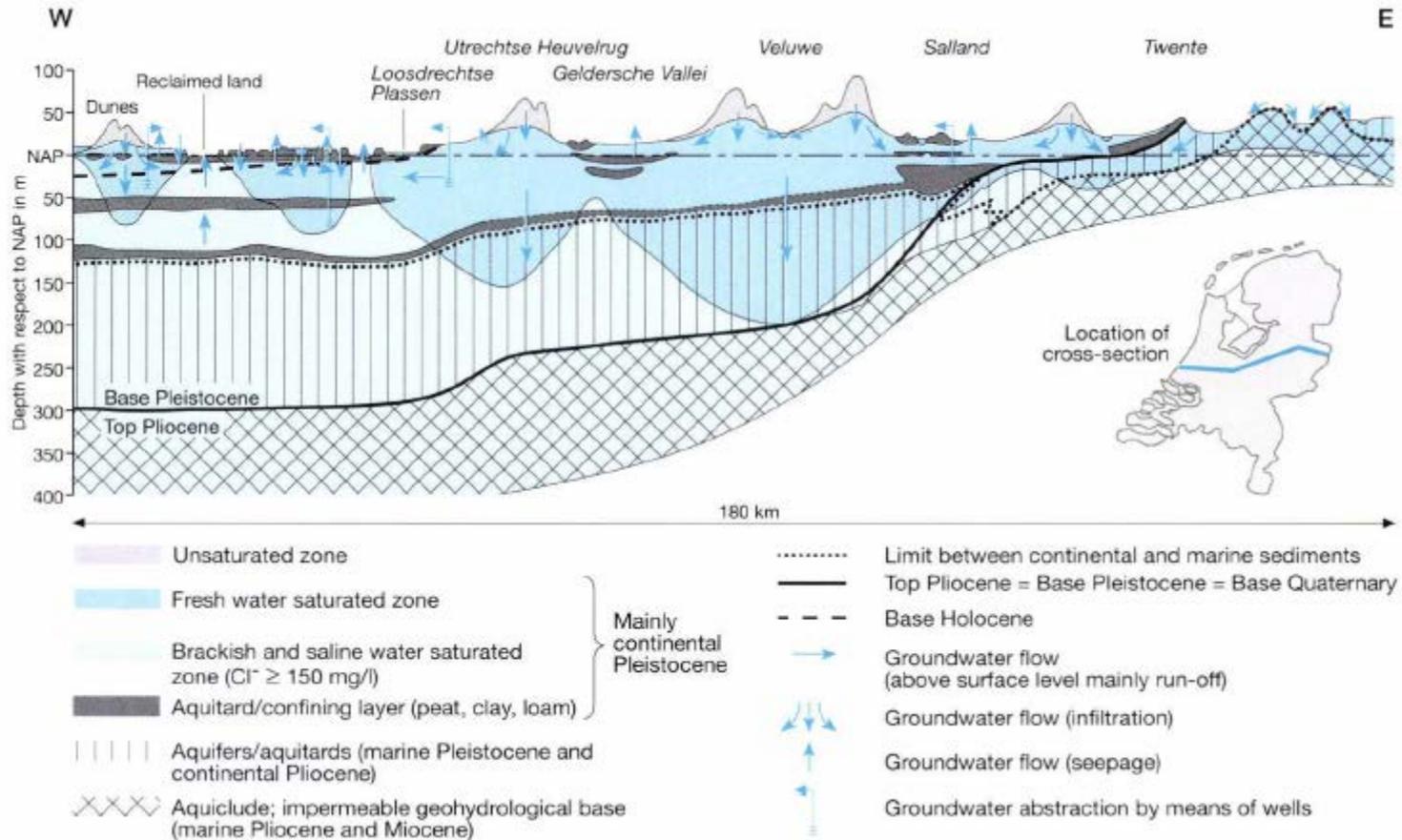
Eléments de géologie et géomorphologie

- Bordure sud-est du Bassin de Subsidence de la Mer du Nord: le pays pivote avec le Nord qui s'affaisse et le Sud (Limbourg) qui se soulève (en témoignent les affleurements calcaires du Crétacé au sud de Maastricht)
- La majeure partie des aquifères impliqués actuellement dans le cycle hydrologique sont des alluvions fluviales d'origine Plio-Pleistocène et d'épaisseur <300m avec des intercalation argileuses
- Couverture de tourbe et d'argile dans la moitié Ouest, en partie excavée au Moyen-Age (assèchement des polders par moulins à vent)
- Géomorphologie: dans la moitié Est, moraines glaciaires sableuses datant du Saalien (150 000 ans, avant dernière glaciation) assurant la recharge des aquifères profonds
- Exception du Limbourg avec le graben de la Roer et avec la présence de karst au sud de ce graben (autour de Maastricht)



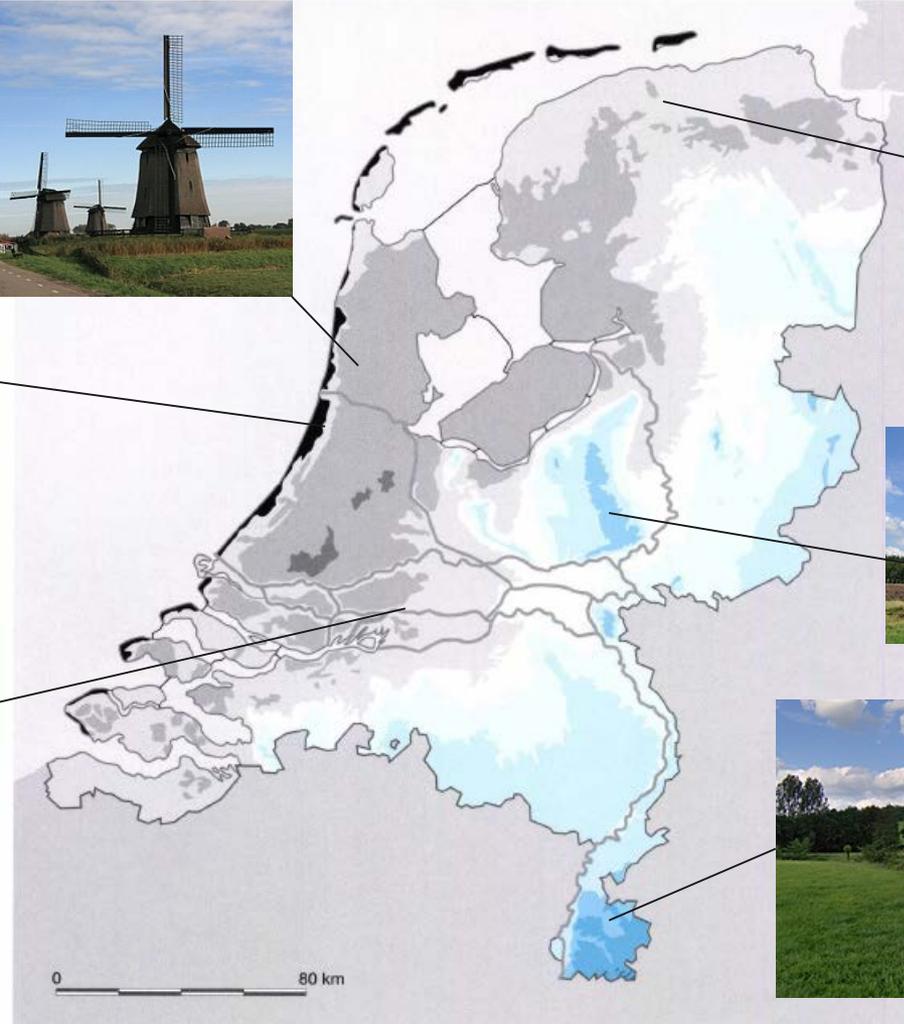
Source: F.C. Dufour 'Groundwater in the Netherlands, TNO-NITG (2000) et van de Ven (1996)

Hydrogéologie



Source: F.C. Dufour 'Groundwater in the Netherlands, TNO-NITG (2000) et van de Ven (1996)

Topographie



La topographie détermine les systèmes d'écoulement des eaux souterraines

Source: F.C. Dufour 'Groundwater in the Netherlands, TNO-NITG (2000) et van de Ven (1996)

Systemes d'écoulement locaux et régionaux

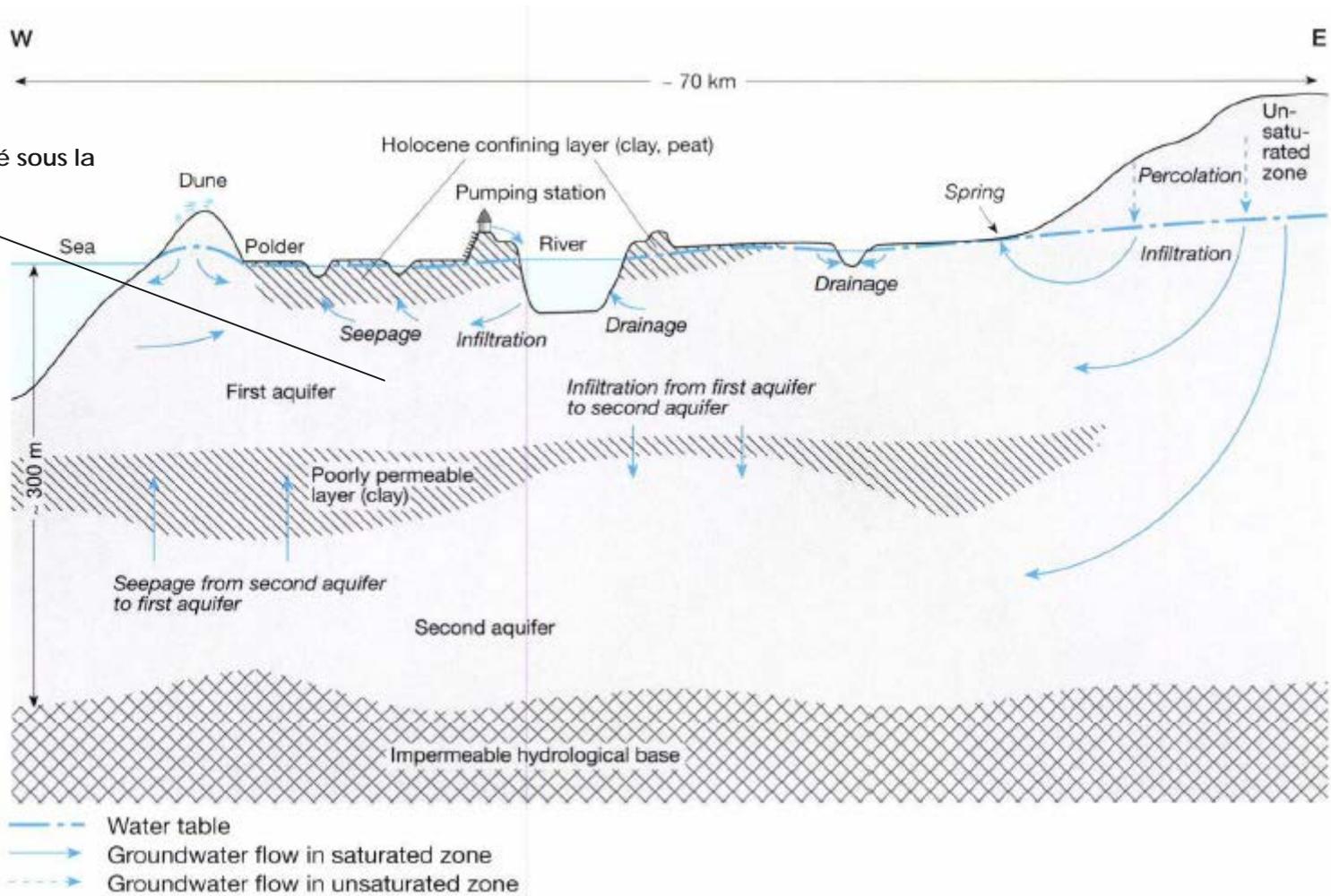


Figure 5.1
 The hydrology and simplified groundwater flow patterns in the west of the Netherlands (source: Dufour, 1998, based on Provincie Utrecht, 1987)

Coupe A-A'

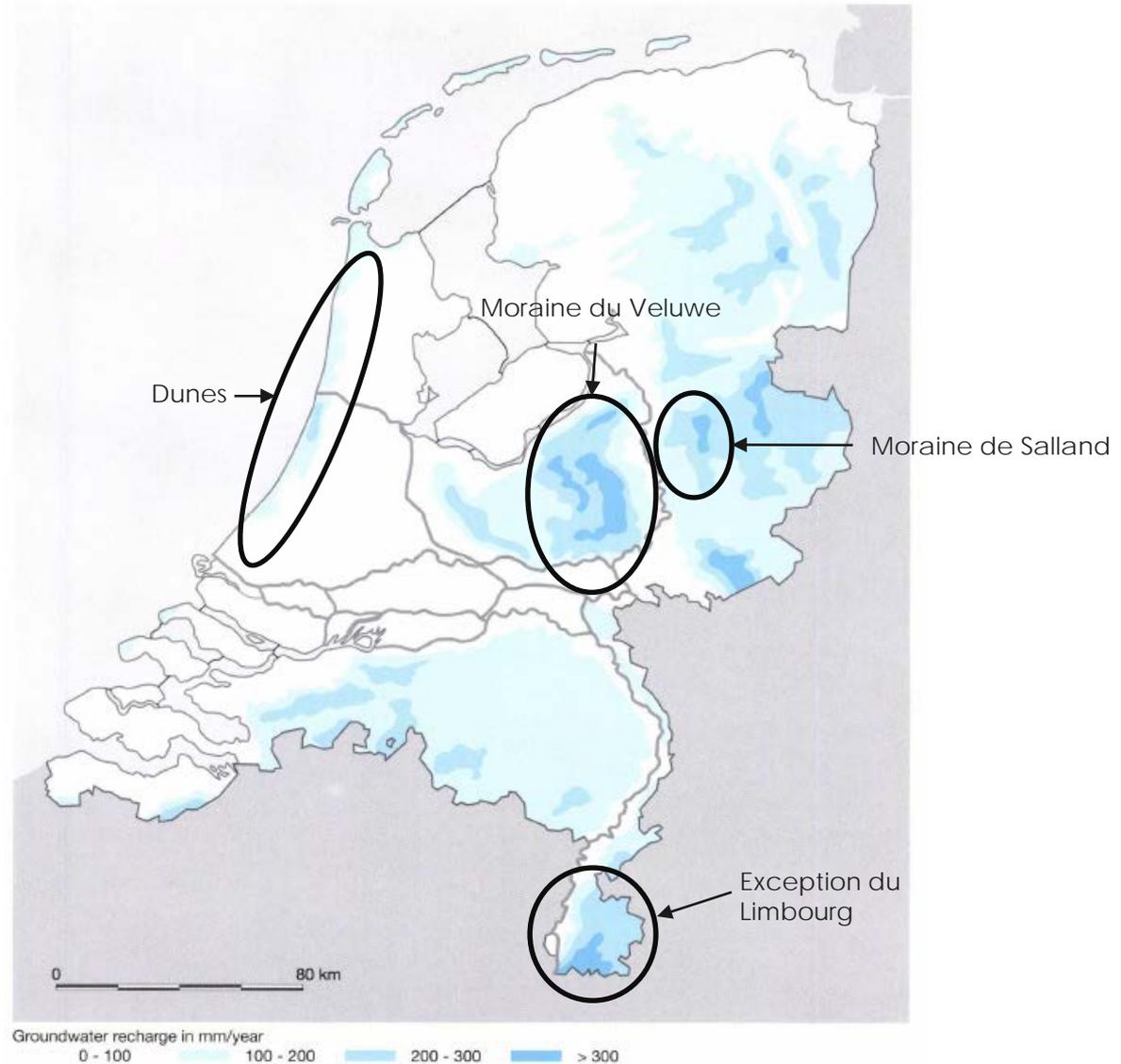
Source: F.C. Dufour 'Groundwater in the Netherlands, TNO-NITG (2000) et van de Ven (1996)

Alimentation des nappes

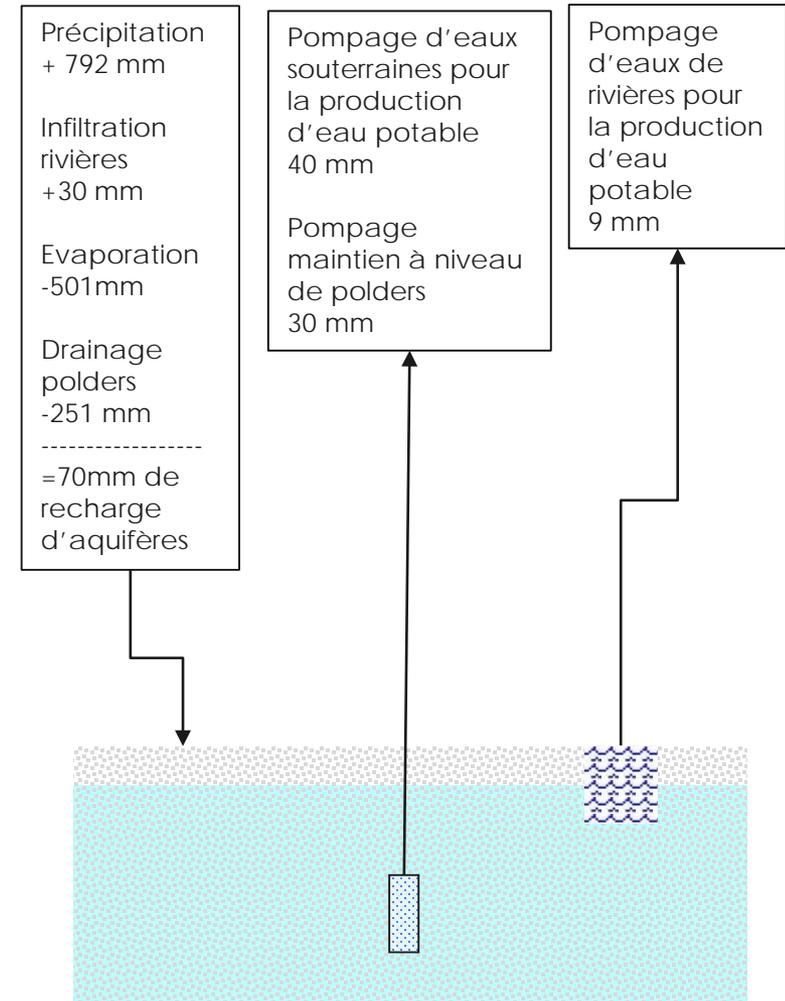


Recharge limitée des aquifères profonds se développant sous les dunes et les moraines glaciaires (saalien, avant-dernière période glaciaire, environ 150 000 ans)

Dans la province du Limbourg, autour de Maastricht, la situation est différente (graben de la Roer et aquifères dans des craies du Crétacé)



Paradoxe: disponibilités en eaux souterraines utilisables limitée



Remarque: aussi bien l'apport que la sortie d'eau souterraines en provenance ou à destination de pays limitrophes est négligeable

Comparaison de thèmes d'études en hydrologie des eaux souterraines en France et aux Pays-Bas

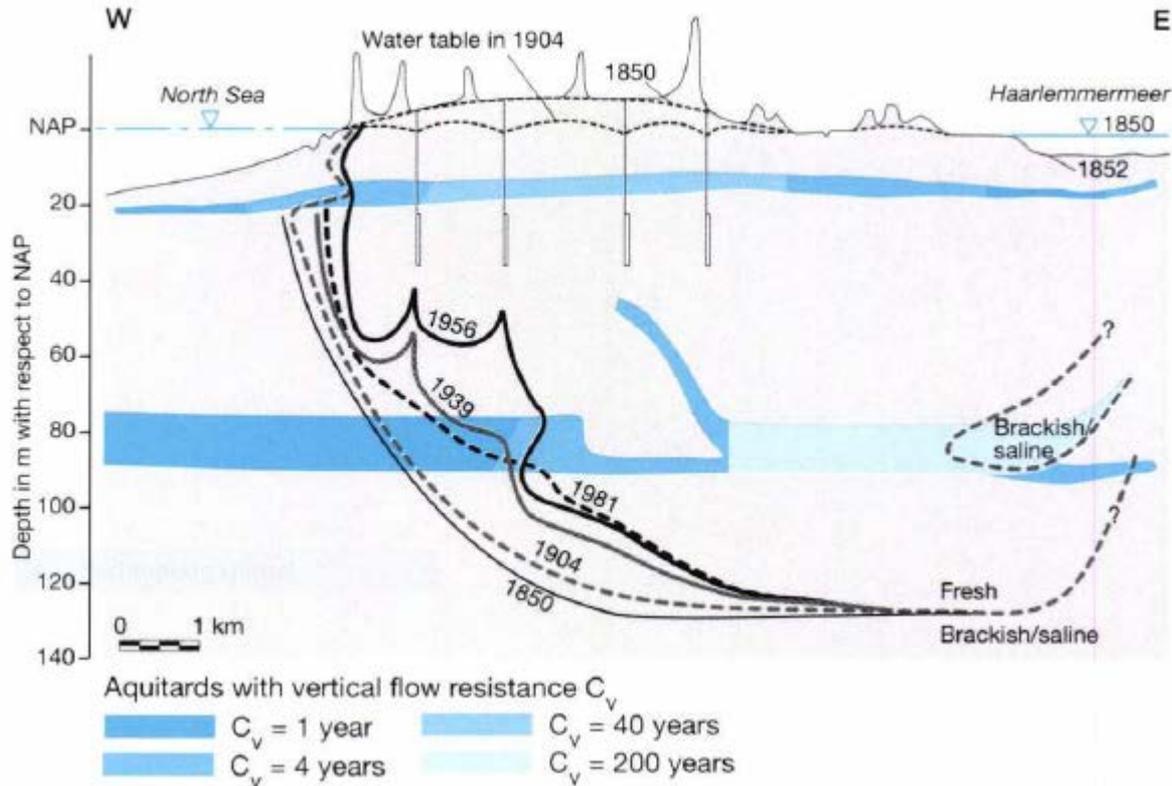
Thème	France	Pays-Bas
Hydrologie de karst	beaucoup	peu
Hydrochimie-traceurs	beaucoup	moyen
Modélisation analytique	moyen	beaucoup
Modélisation numérique	beaucoup	beaucoup
Salinisation	moyen	beaucoup
Pollution des nappes	beaucoup	beaucoup
Analyses piézométriques	moyen	beaucoup

Code couleurs:

- beaucoup
- moyen
- peu

Les thèmes d'études ne sont pas tout à fait les mêmes aux Pays-Bas qu'en France

Salinisation des aquifères sous les dunes



Coupe transversale Ouest-Est dans les dunes de Zandvoort (Haarlem) montrant le changement de position de la courbe isohaline 8250 mg/l

Source: F.C. Dufour 'Groundwater in the Netherlands, TNO-NITG (2000) et van de Ven (1996) d'après Stuyfzand 1993

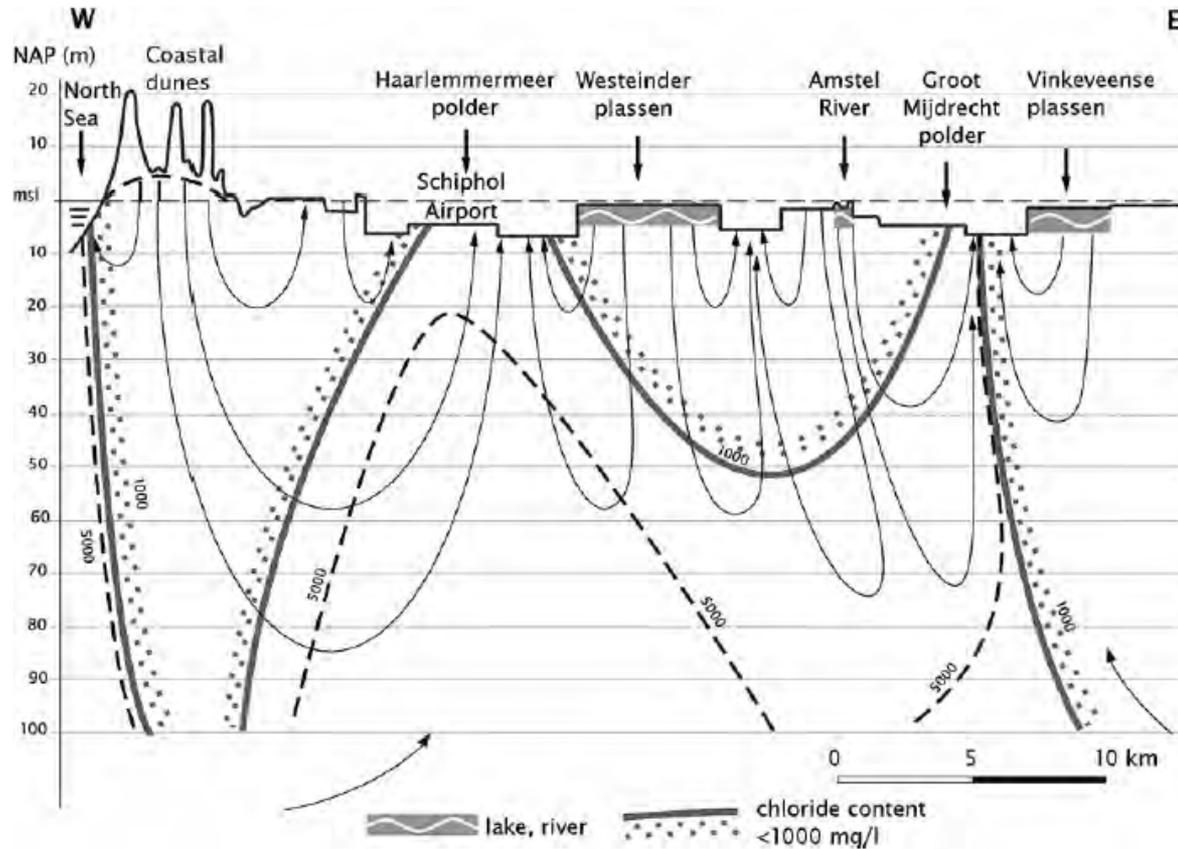
Mitigation de la salinisation par infiltration d'eaux de rivières

- 1853: premier champ de captage d'eaux souterraines dans les dunes de Haarlem pour alimenter la ville d'Amsterdam en eaux potable
- 1914: démonstration du phénomène de salinisation par Johan M.K. Pennink
- 1956: mise en place du système d'infiltration des eaux du Rhin et de la Meuse dans les dunes



Photo: dunes à Bergen (Hollande du Nord)

Salinisation des canaux drainant

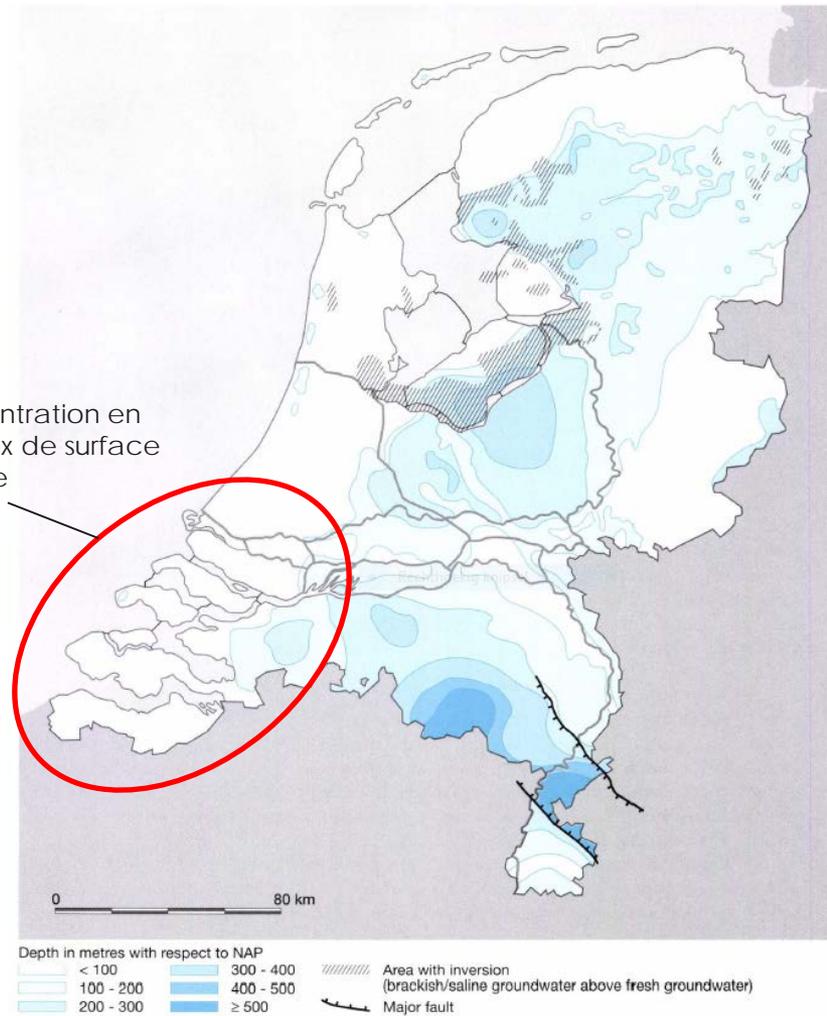


Coupe transversale Est-Ouest à 20 km au sud d' Amsterdam illustrant la position de l'interface eau douce/eau salée en rapport avec les systèmes d'écoulement d'eau souterraine locaux

Source: J.J. De Vries 2007, Chapitre du livre 'Geology of the Netherlands', by Theo E. Wong, Dick A. J. Batjes, Jan de Jager

Salinisation des canaux drainant

En Zélande, la concentration en chlorure dans les eaux de surface dépasse 5000 mg/litre



Profondeur de l'interface eau douce/eau salée (150 mg/l chlorure)

Source: : F.C. Dufour 'Groundwater in the Netherlands, TNO-NITG (2000)

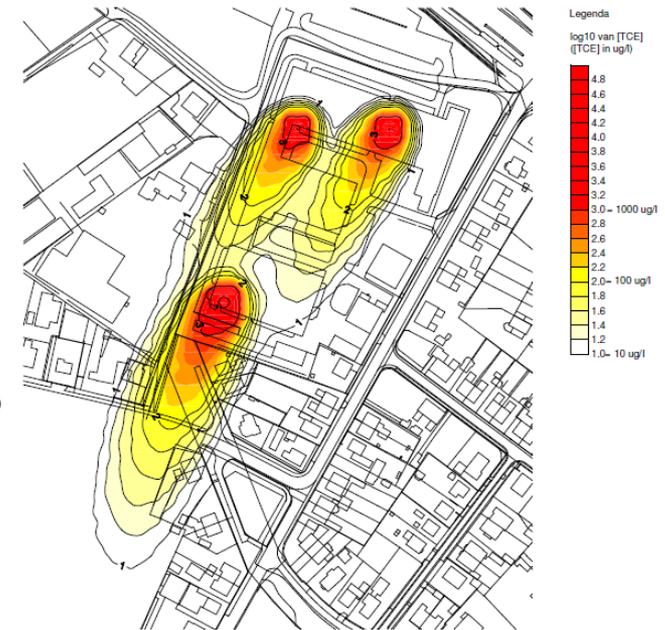
Assainissement des eaux souterraines depuis 1980



Le problème des eaux souterraines polluées par des produits chimiques apparaît au grand public en 1980 avec le cas du lotissement de Lekkerkerk (région Rotterdam)

Trois phases

- 1980 -1995: phase pionnière(excavation des terres polluées et pompages dea eaux souterraines polluées)
- 1995 -2000: phase de recherche de rentabilité (transition du 'pump & treat au traitement in-situ)
- Depuis 2000: phase de 'résignation' (attitude minimaliste, solution adaptées à l'utilisation des sites avec isolation et controle des pollutions)



Source: Christophe Obergfell, 2006

Assainissement des eaux souterraines: cadre juridique

Le prix à payer:

En 1980, on estimait que 350 sites étaient à assainir pour un coût de 0.45 milliard d'Euros (convertis du Florin)

En 1997, on estimait que 70 000 sites étaient à assainir pour un coût de 45 milliard d'Euros si le règlement n'était pas assoupli

(Source: Leidraad Bodembescherming, 2005)

Cadre juridique:

- 1983: loi de protection des sols 'temporaire' mise en place en urgence
- 1987: première loi de protection des sols, objectif d'assainissement 'multi fonctionnel'
- 1998: programme d'optimisation du rendement des opération d'assainissement (BEVER)
- 2006: assouplissement officiel de la loi de protection des sols
- 2020: en principe, échéance de traitement de tous les site pollués classés urgents

Analyse et interprétation de fluctuations piézométriques

DINOloket

Data en Informatie van de Nederlandse Ondergrond

Ondergrondgegevens

Ondergrondmodellen

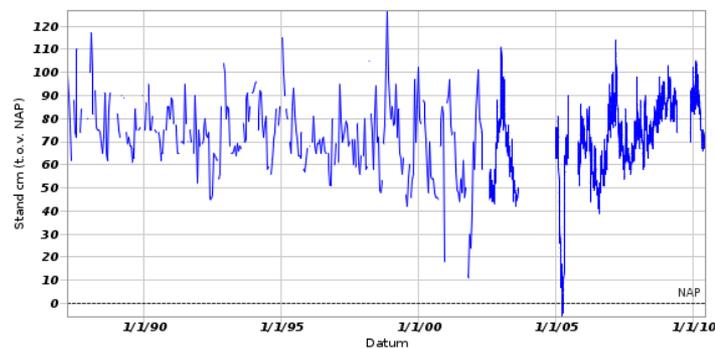
Feedback

Put met
onderzoeksgegevens DINO
Identificatie B32C1799



Source: TNO_NITG, www.dinoloket.nl

Basisgegevens Grondwaterstand

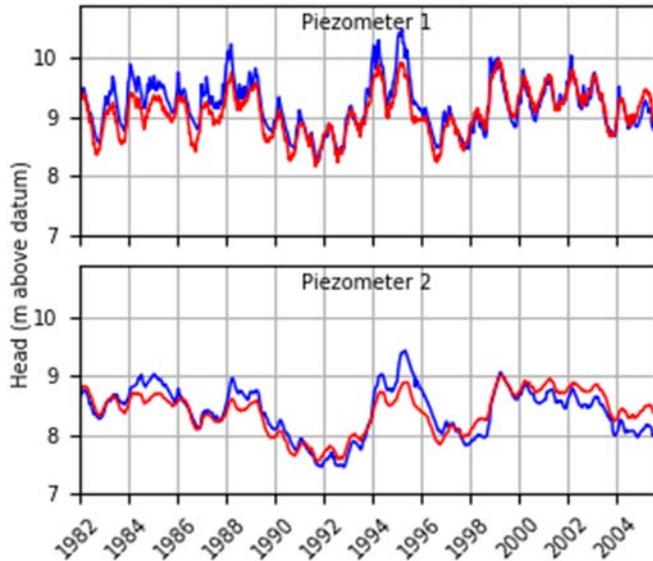


Identificatie buis: B32C1799-001
Coördinaten: 140571, 454880 (RD)
Maaiveld: 2.23 m t.o.v. NAP
Drukopnemer aanwezig: nee
Begindatum: 28-03-1987
Einddatum: 31-05-2010
Aantal metingen: 4306

Download grafiek

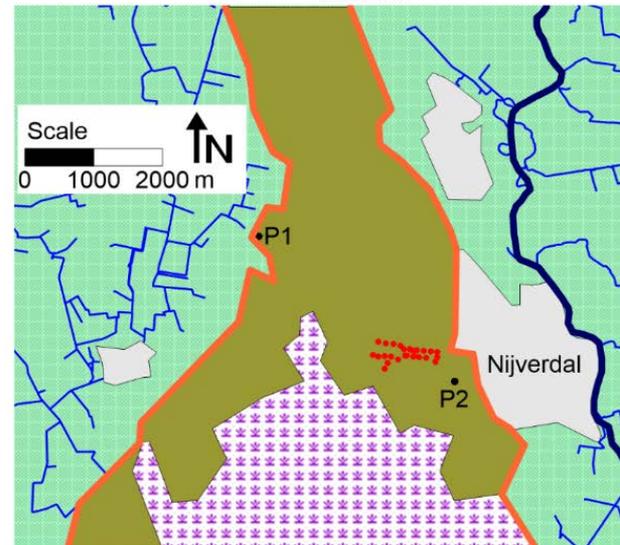
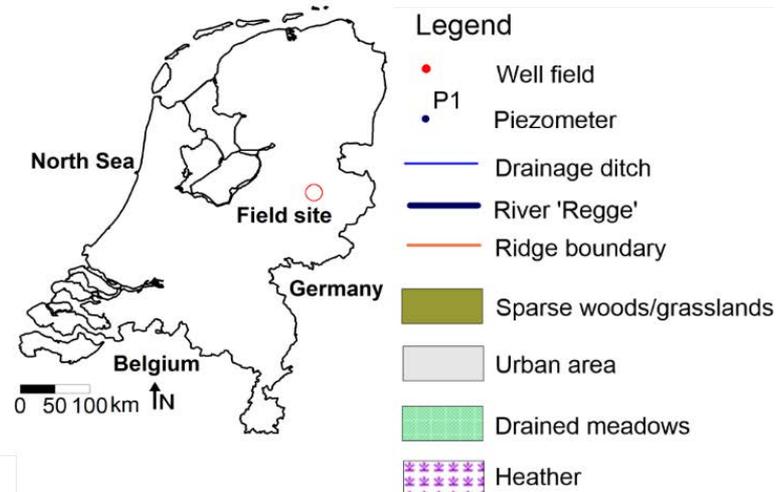
Réseau dense de données piézométriques mises à disposition par l'institut national de géologie TNO-NITG

Analyse de chroniques piézométriques comme instrument d'investigation

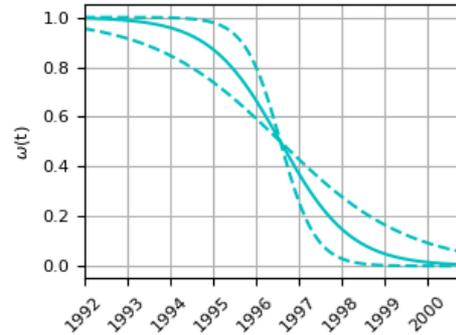
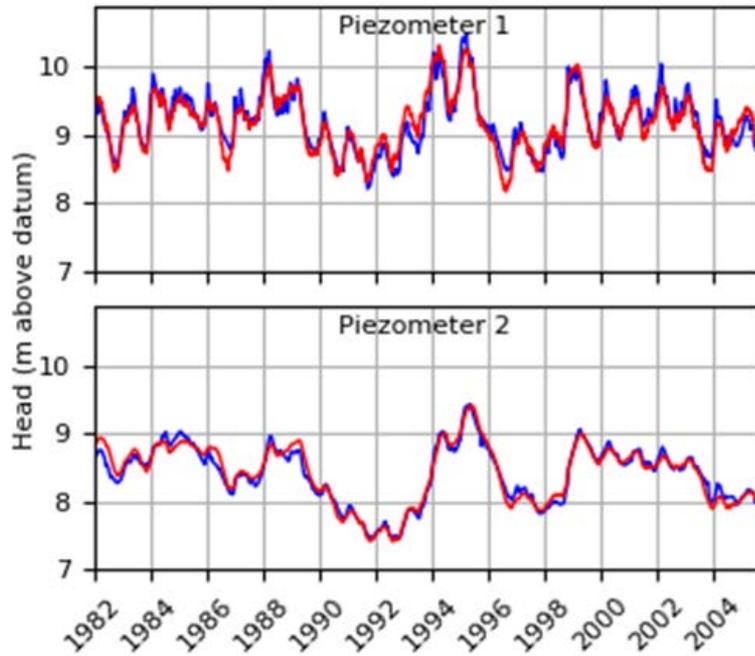


Source: Obergfell, C., M. Bakker, and K. Maas (2019) Identification and explanation of a change in the groundwater regime using time series analysis, Groundwater <https://doi.org/10.1111/gwat.12891>

L'analyse de chroniques de fluctuations de nappes révèle un changement de régime de fluctuation de nappe



Superposition pondérée de modèles



Source: Obergfell, C., M. Bakker, and K. Maas (2019) Identification and explanation of a change in the groundwater regime using time series analysis, Groundwater <https://doi.org/10.1111/gwat.12891>



Deux modèles correspondant respectivement à l'état initial de l'aquifère et à l'état final sont superposés

L'essentiel à retenir...

Aux Pays-Bas, l'eau abonde en surface mais les aquifères rechargeables profonds sont limités et ne permettent pas la production de plus de 80% de l'eau potable.

Ces aquifères profonds développent surtout sous les dunes et les moraines glaciaires sableuses qui ne couvrent qu'une fraction de la surface du pays. Le Limbourg (autour de Maastricht) est une exception avec le graben de la Roer et la présence de karst au sud de Maastricht

La déficience et la vulnérabilité des eaux souterraines aux Pays-Bas explique l'effort considérable en observation des eaux souterraines.