

MNA, brug af mikrobielle metoder og isotopanalyser til dokumentation, Røde kro

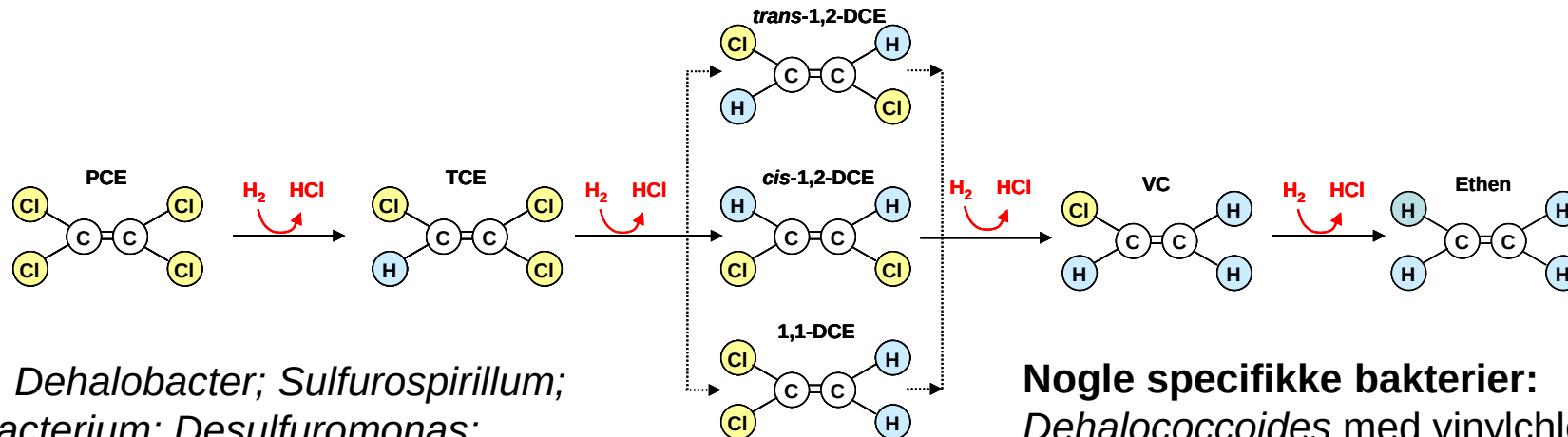
Alexandra M. Murray og Cecilie B. Ottosen

ATV Møde 54: Afværge af grundvandsfaner, 28 Nov 2019

Introduktion - MNA som et værktøj

Man kan bruge nedbrydning aktivt som et oprensningssværktøj med Monitored Natural Attenuation (MNA). Det er vigtigt at monitorere:

- Om nedbrydningen foregår
- Hvor langt nedbrydning er forløbet
- Hvor hurtigt nedbrydning sker



Bakterier: *Dehalobacter*; *Sulfurospirillum*; *Desulfitobacterium*; *Desulfuromonas*; *Dehalococcoides*, *Dehalogenimonas*

Nogle specifikke bakterier:
Dehalococcoides med vinylchlorid reduktase gener (*vcrA*, *bvcA*); *Dehalogenimonas* med (*cerA*)

Introduktion - Fanen i Rødekro

PCE fane i Rødekro, DK

- DNAPL i kildeområde
- 2 km fane i sandakvifer
- Nedbrydningsprodukter
- TCE, cDCE, VC



2006

2007

2014

2017

1. prøvetagningsrunde

Etablere initiale fane forhold

2. prøvetagningsrunde

Fanens udvikling efter termisk oprensning

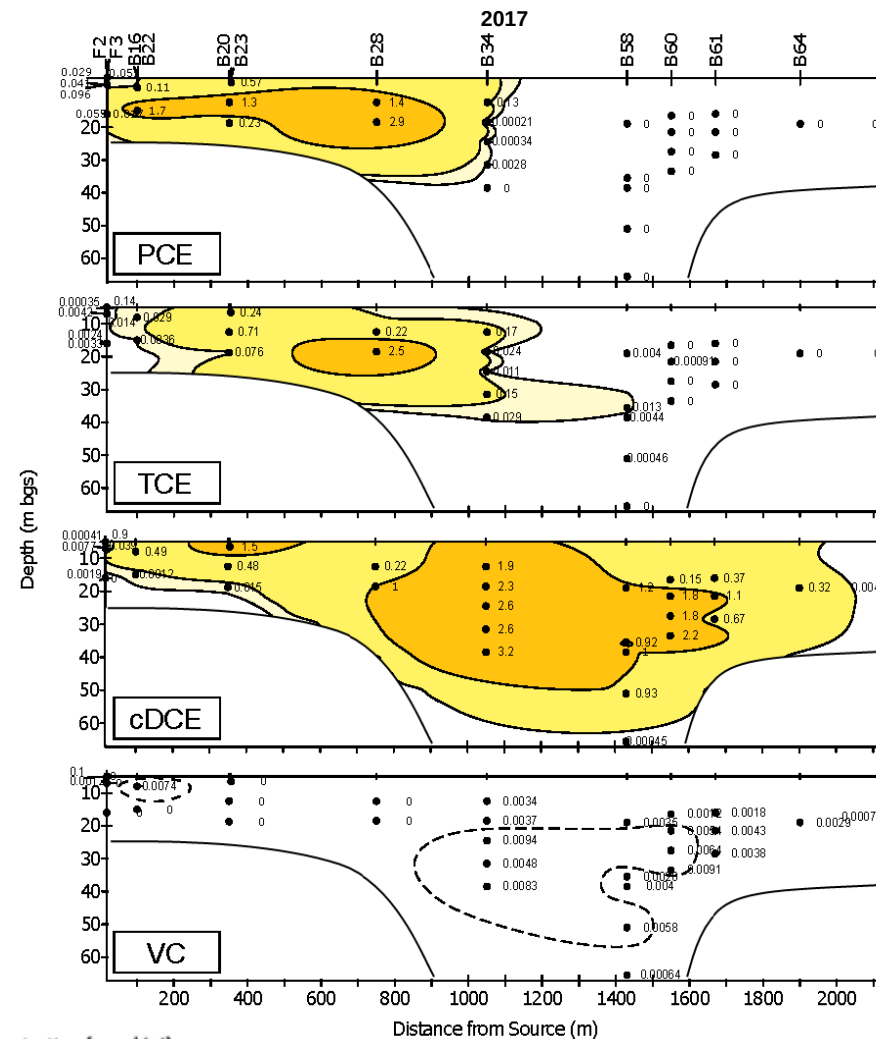
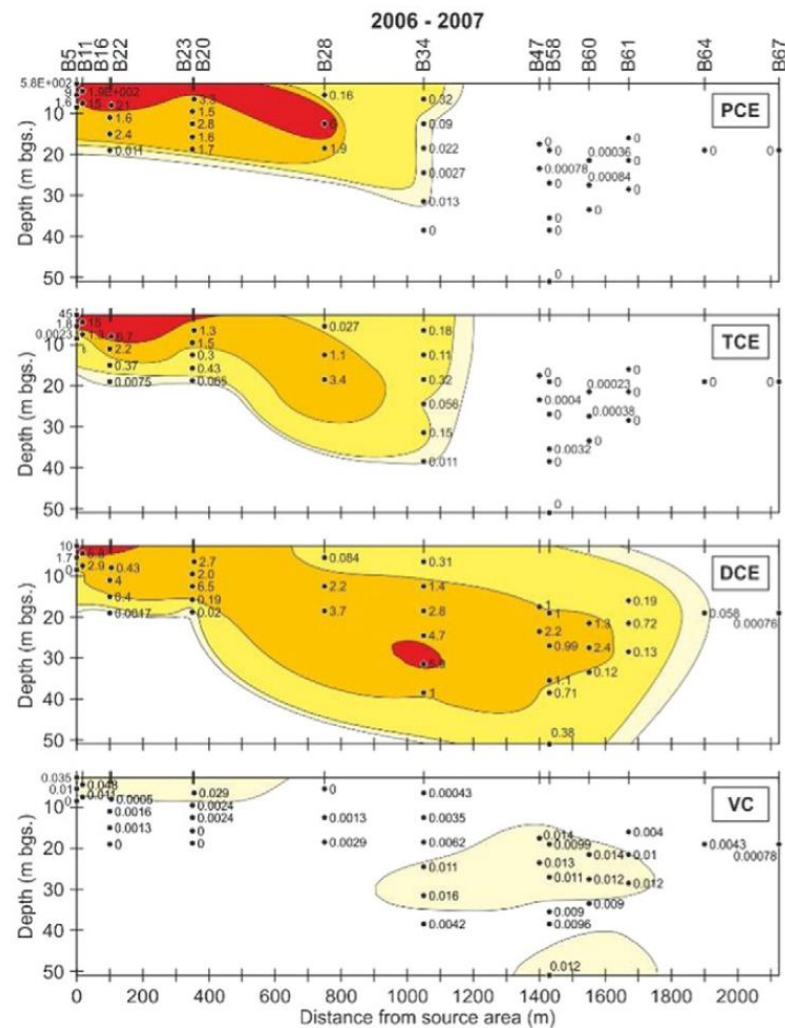
Termisk oprensning

95% af kildeområde fjernet

3. prøvetagningsrunde

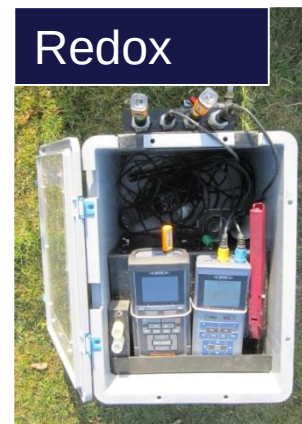
Ny information om *Dehalogenimonas* og dual isotoper

Introduktion - Fanen i Røde kro

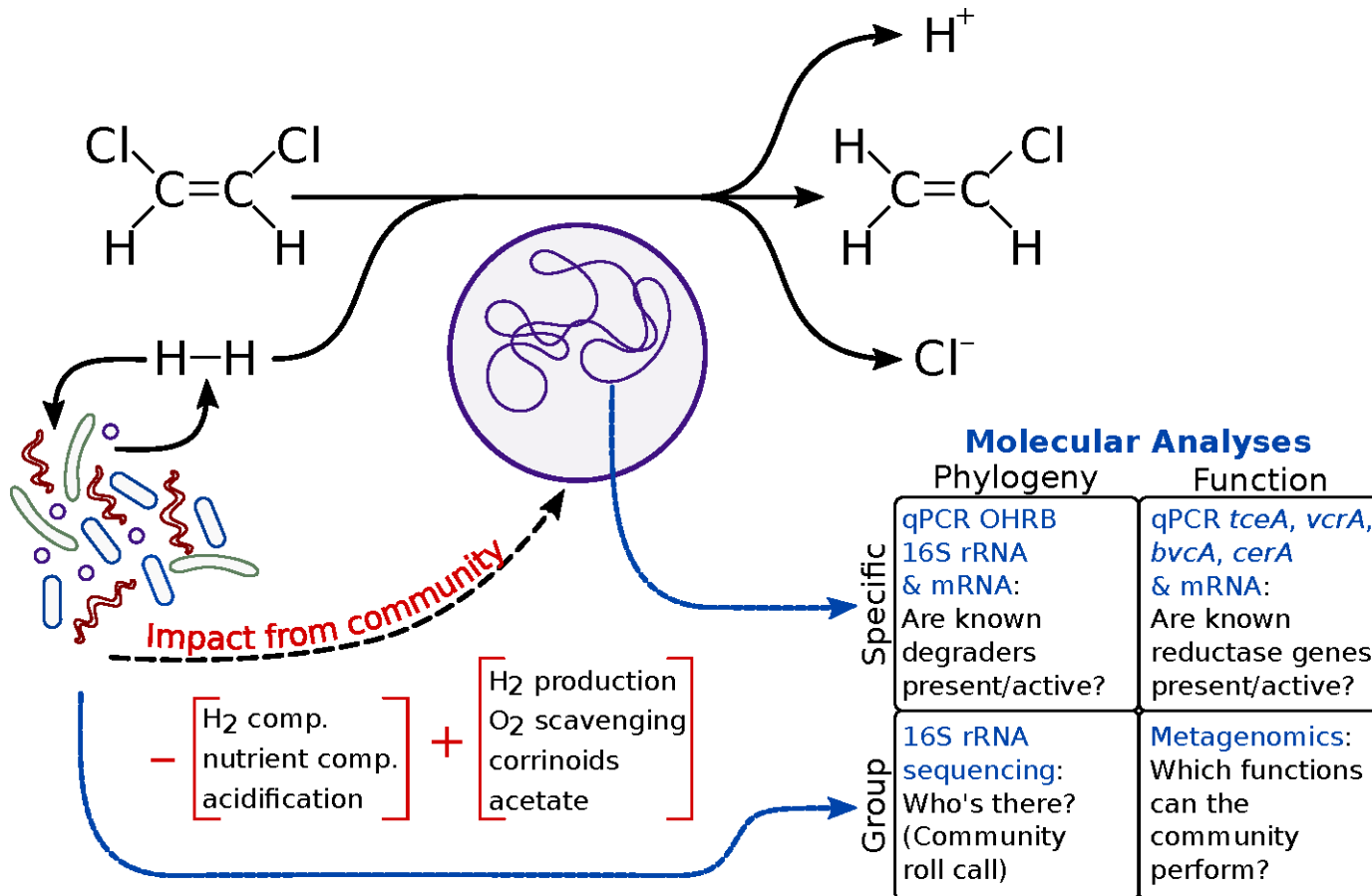


Introduktion - MNA som et værktøj

Kombinationen af forskellige dokumentationsmetoder styrer evalueringen af nedbrydning



Biomolekylære værktøj - DNA og gener i undergrunden



Bakterier som kan bruge forureningsstoffer som elektron acceptorer er essentielle for biotisk nedbrydning.

Det mikrobielle samfund kan påvirke hvordan de specifikke bakterier bruger stofferne.

Der er forskellige måder at måle bakterier i fanen:

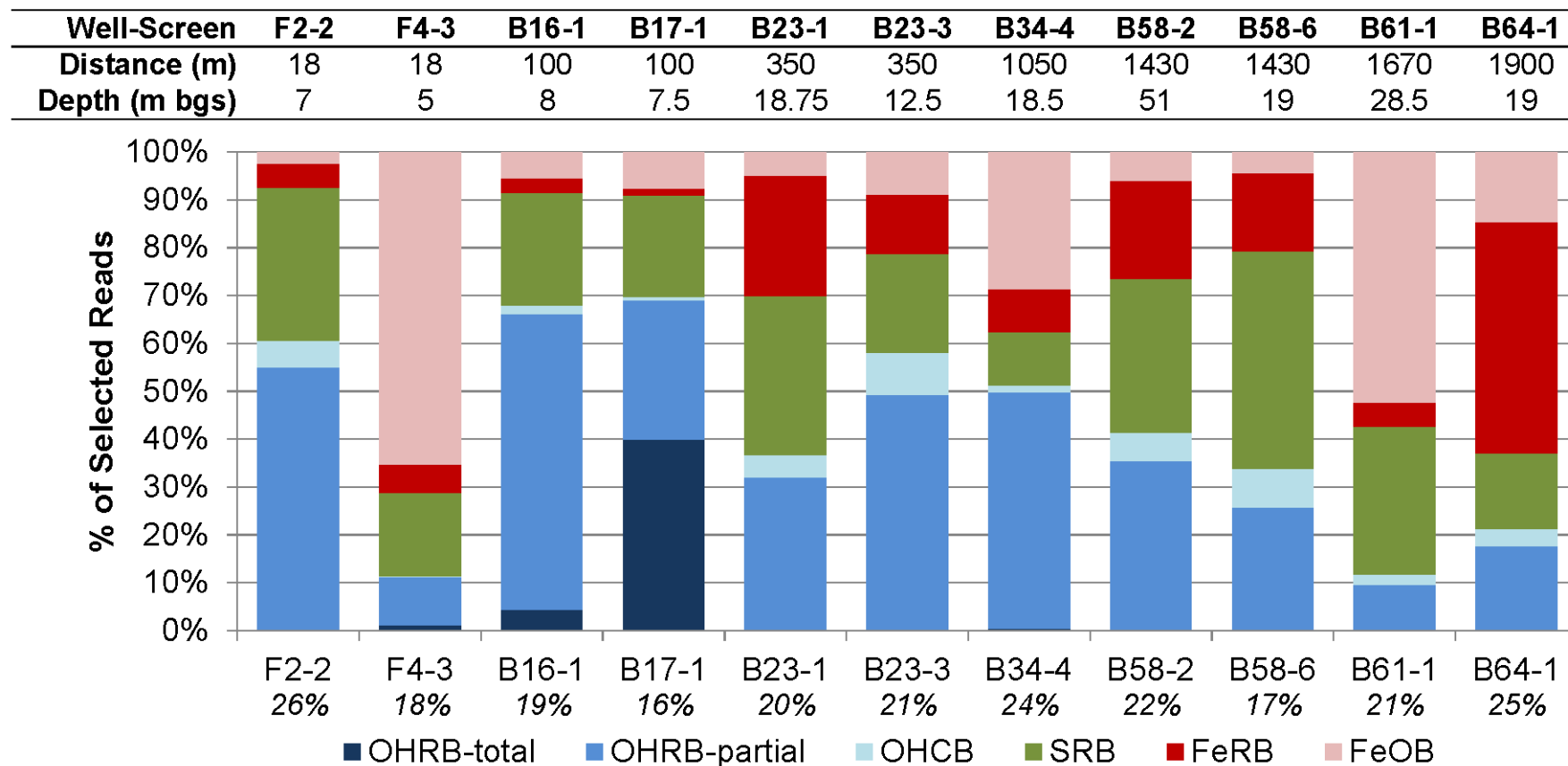
- Specifik DNA
- Specifikke gener
- DNA af mikrobielle samfund
- Gener i mikrobielle samfund

Biomolekylære værktøj - Mikrobielle samfund i Rødekro fanen

OHRB = Organohalide-respiring bacteria

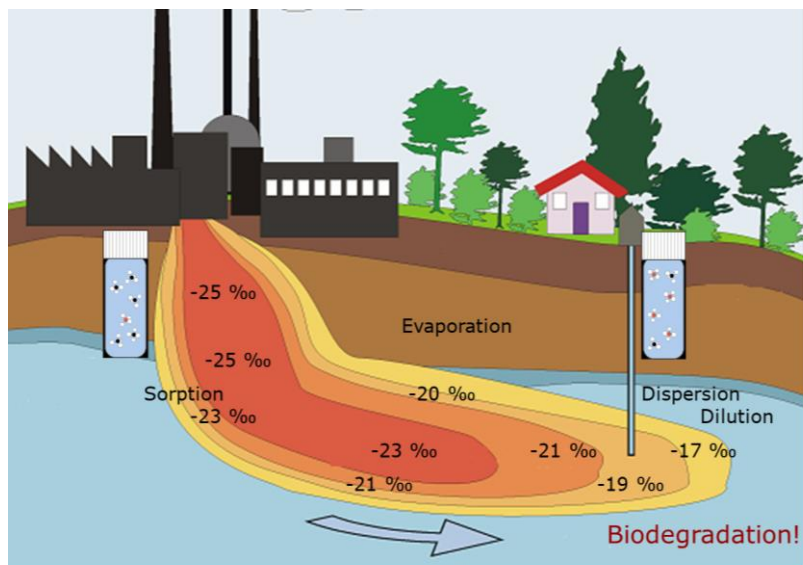
16S rRNA sekventering:
OHRB er cirka 1/10 af alle
READS = vigtig proces

qPCR 16S rRNA & gener:
Dehalococcoides spp.,
Dehalogenimonas spp., *vcrA*,
bvcA, og *cerA* findes gennem
hele fanen

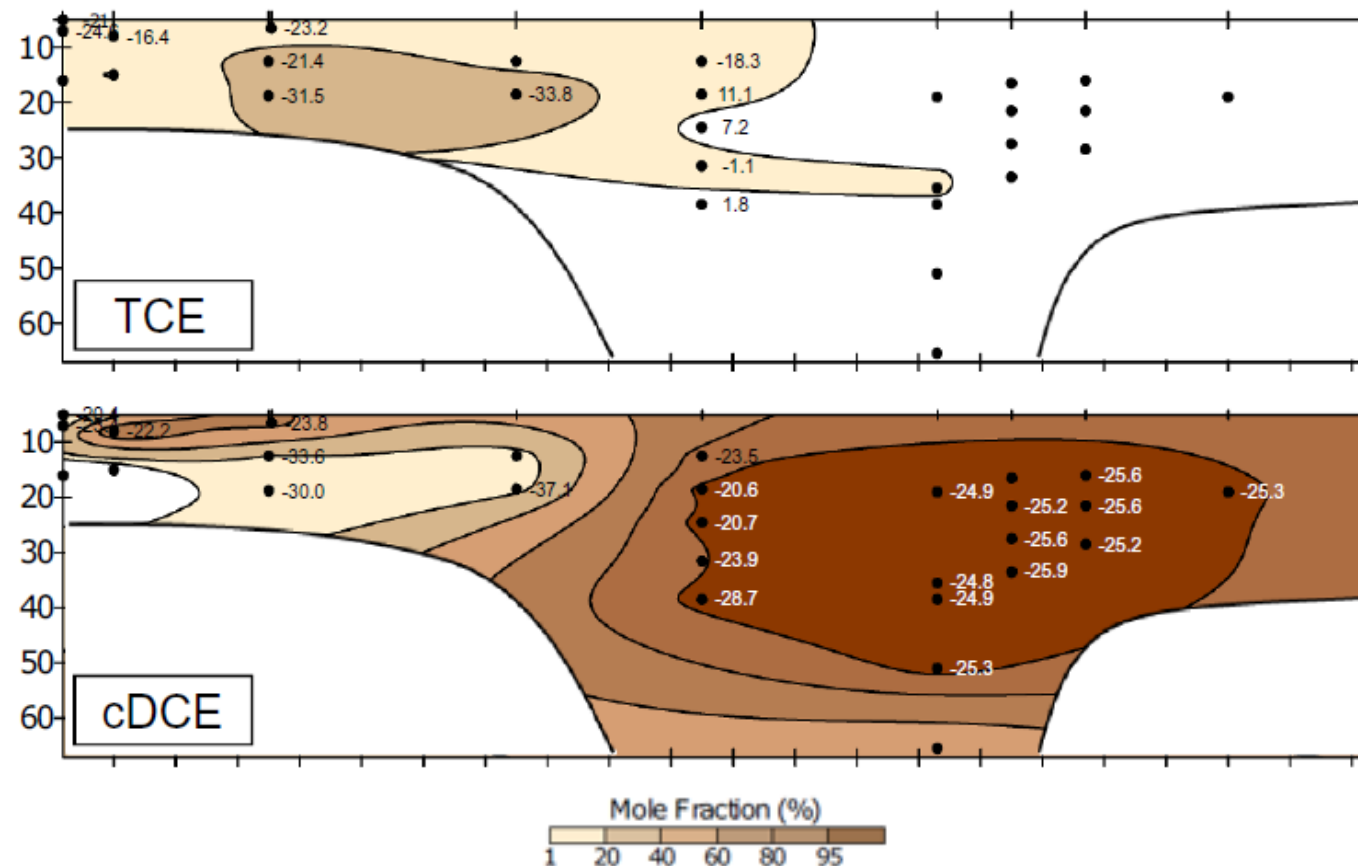


Isotop værktøj - Carbon isotoper

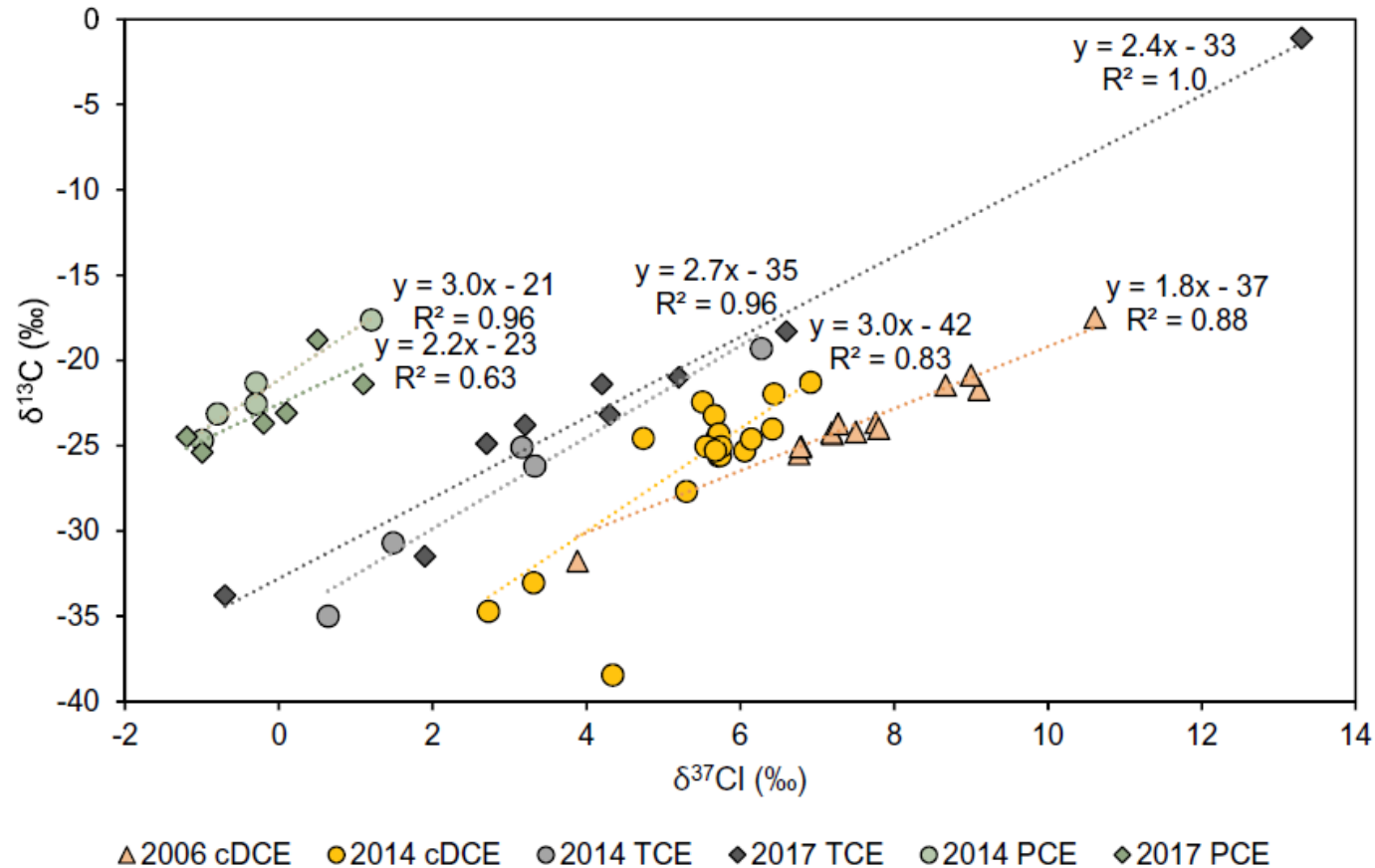
- Direkte bevis på at nedbrydningen foregår.
- Hvis strømningsforhold er kendt kan nedbrydningen også kvantificeres: nedbrudt andel og nedbrydningsrate



Martin Elsner 2016



Isotop værktøj - Dual C-Cl isotoper



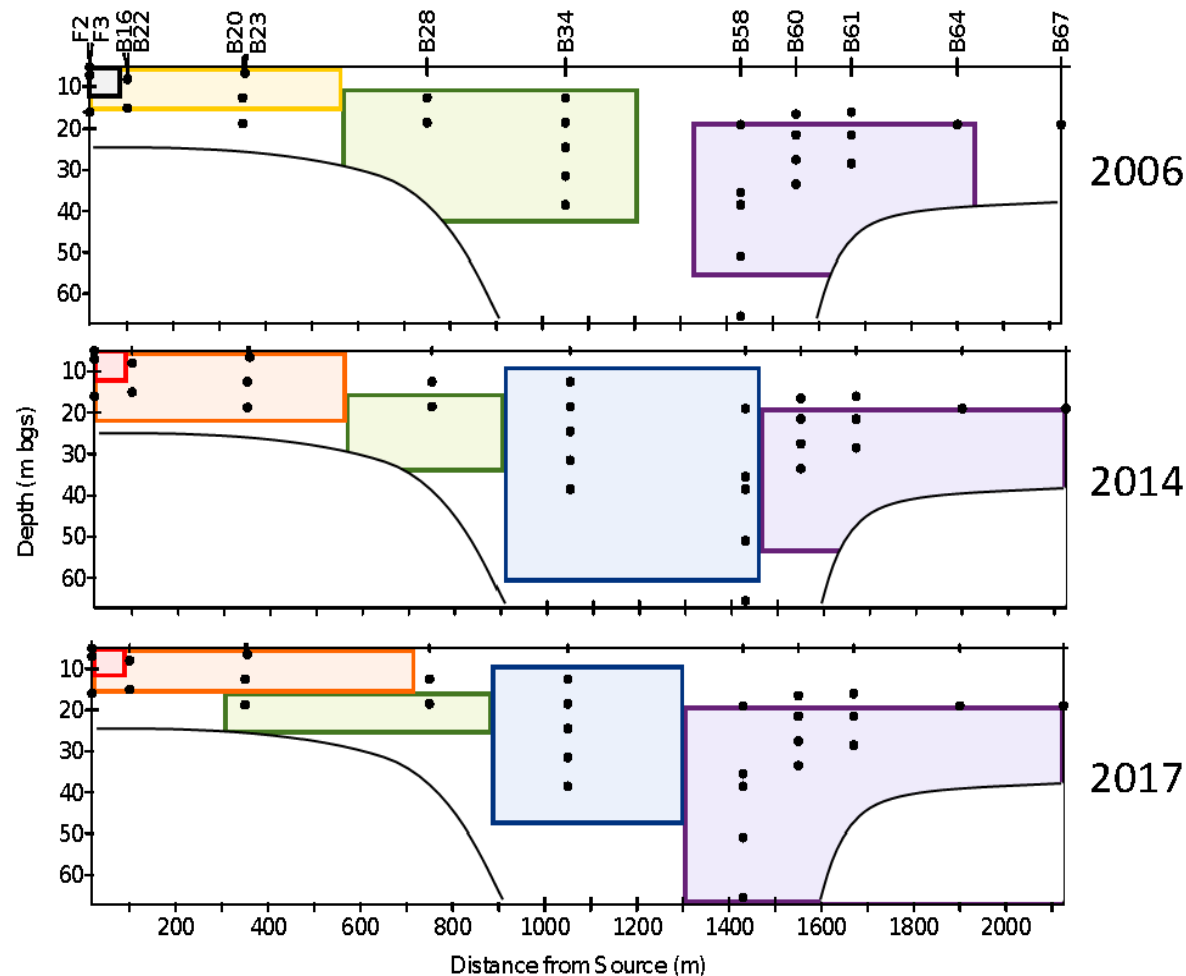
Ved at måle carbon og chlor isotoper kan man ud fra hældningen evaluere nedbrydningsvejen.

- Fx abiotisk/biotisk

Muliggør yderligere stedsspecifikke nedbrydningsrater

- Bestemme lokalitetsspecifikke berigelsesfaktorer (ϵ_C).

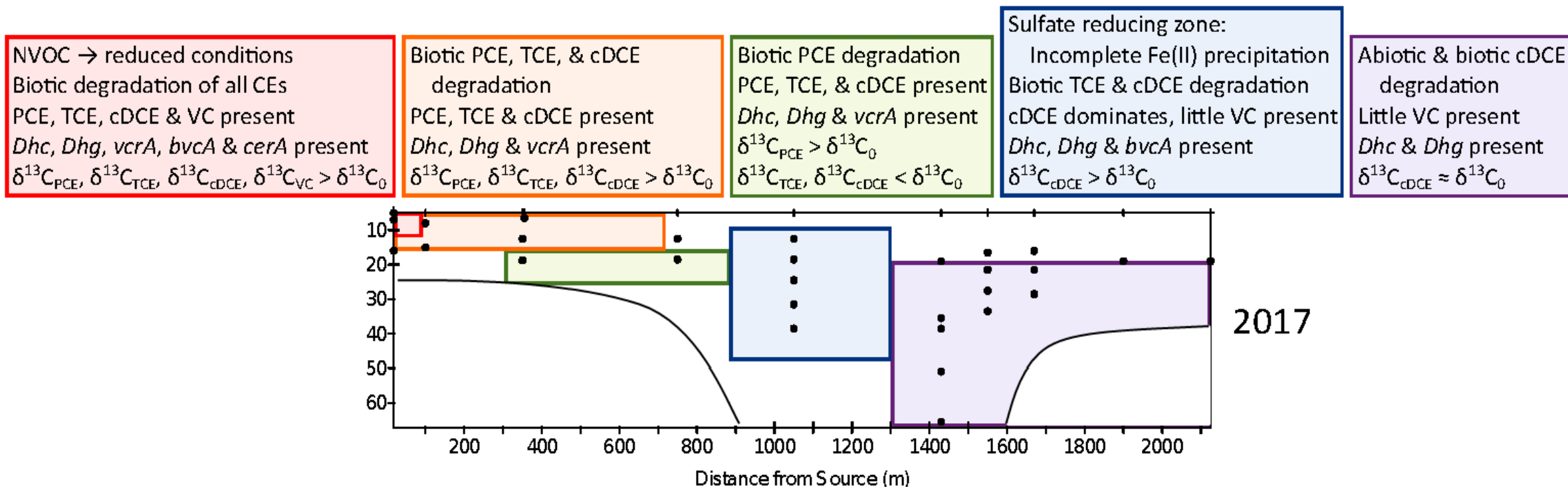
Konceptuel forståelse af fanens processer



De farvede kasser afgrænser zoner i fanen hvor forskellige processer sker.

Der er ændringer i fanen gennem tiden som kommer fra effekten af kildeoprensningen.

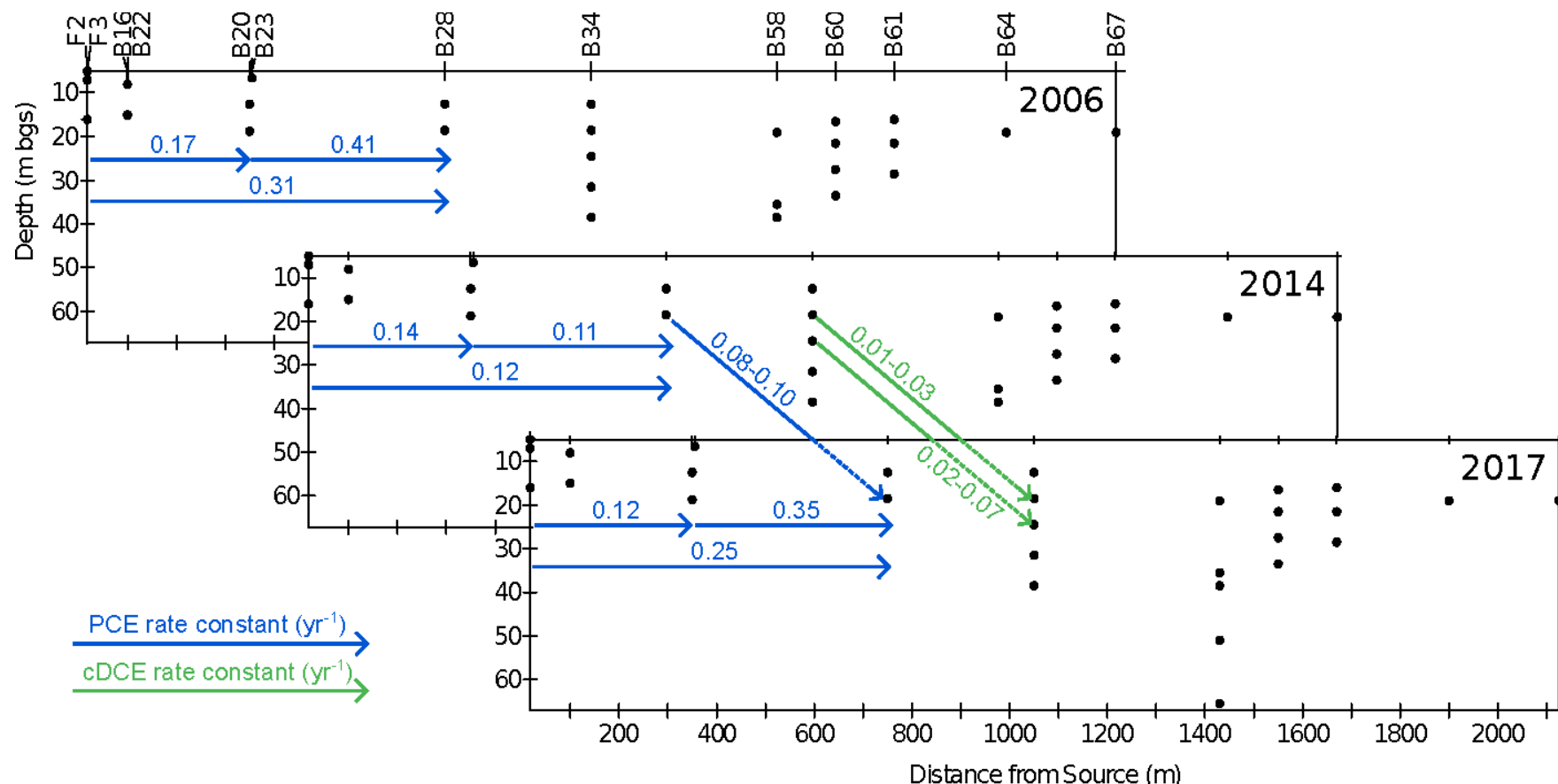
Konceptuel forståelse af fanens processer



Nedbrydningsrater

Første ordens
nedbrydningskonstanter:

- Kan estimeres med udgangspunkt i tid eller sted
- Isotoperne skal kombineres med de andre parametre
- cDCE nedbrydning ved 1050 m alene er utilstrækkelig for at opnå steady state i fanen



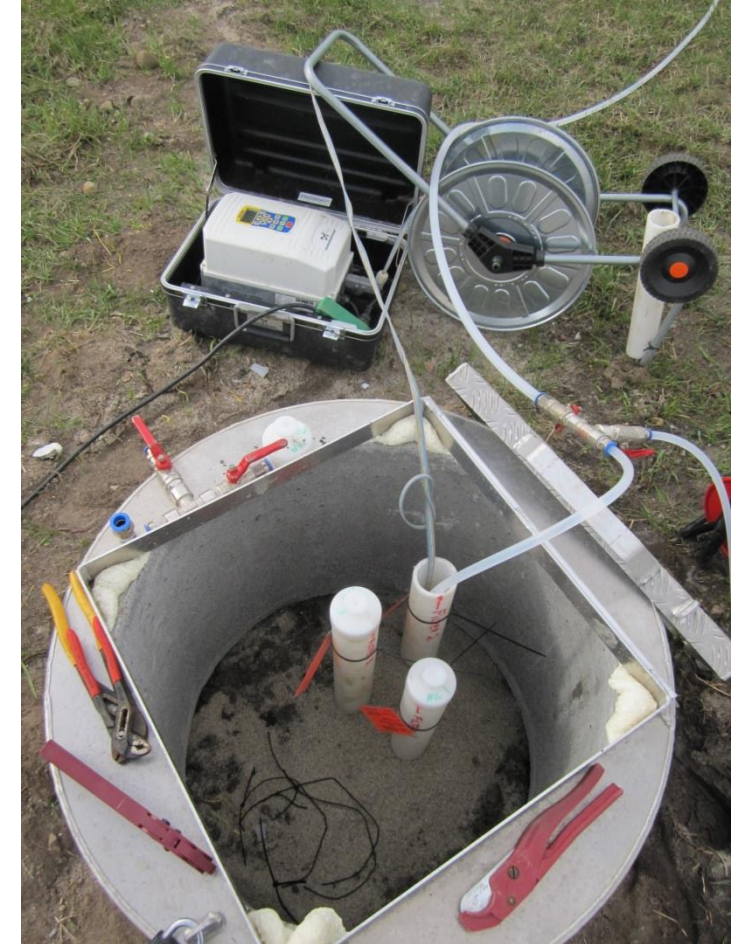
MNA perspektiver – take home messages

Unik forståelse af processerne der påvirker skæbnen og transporten af de chlorerede ethener.

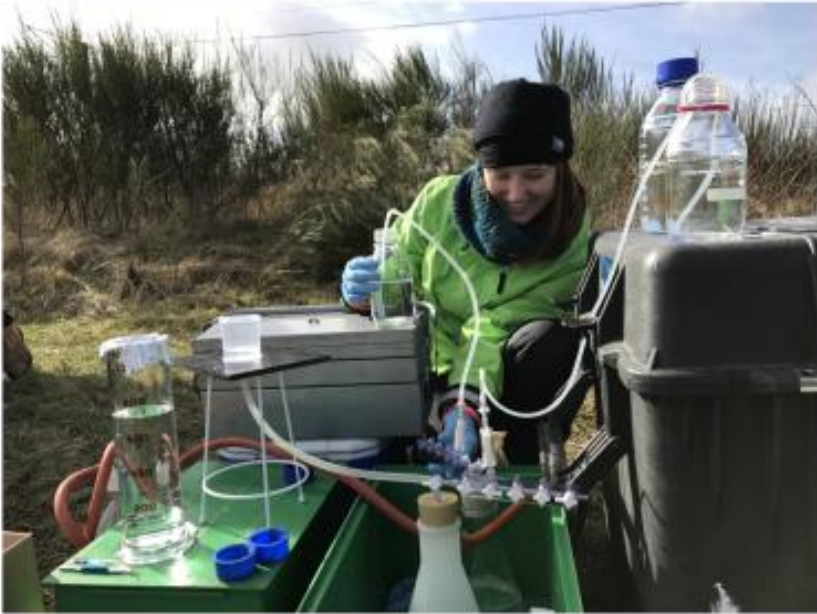
Hvilke begrænsninger er der?

- Få C-Cl hældninger er tilgængelige i litteraturen
- Der kan være mange gener som vi ikke kender der er ansvarlige for nedbrydning

Hver metode styrker anvendelsen af de andre, og ved at kombinere værktøjerne står konklusionen stærkere



MNA perspektiver – take home messages



Hvad gør man når to metoder viser modstridende resultater?

- Vurdere resultaterne som en helhed

Hvad gør man når der mangler beviser?

- Mangel på bakterier betyder ikke at nedbrydning ikke kan ske
- Usikker procesbestemmelse i den sidste del af fanen, men samlet nok information til at sige at nedbrydning foregår

Nutid og fremtid for Røde kro fanen

Resultaterne indikerer at den naturlige nedbrydning vil fortsætte.

- Fanen har været mere eller mindre steady-state.
- Redoxforholdene er langsomt ved at vende tilbage til deres naturlige stadie.
- God kandidat for biostimulering omend næppe nødvendigt.
- Mindre masse kommer ind i systemet.



Journal of Contaminant Hydrology 227 (2019) 103551



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Contaminant Hydrology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jconhyd

Chlorinated ethene plume evolution after source thermal remediation: Determination of degradation rates and mechanisms

Alexandra Marie Murray^{a,*}, Cecilie B. Ottosen^a, Julien Maillard^b, Christof Holliger^b, Anders Johansen^c, Lærke Brabæk^a, Inge Lise Kristensen^a, Jeremy Zimmermann^d, Daniel Hunkeler^d, Mette M. Broholm^a

^a Department of Environmental Engineering, Technical University of Denmark, Kgs. Lyngby DK-2800, Denmark

^b Laboratory for Environmental Biotechnology, ENAC-IEE, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, 1015 Lausanne, Switzerland

^c Department of Environmental Science, Aarhus University, Frederiksborgvej 399, 4000 Roskilde, Denmark

^d Centre for Hydrogeology & Geothermics (CHYN), University of Neuchâtel, Rue Emile Argand 11, CH 2000 Neuchâtel, Switzerland



ARTICLE INFO

Keywords:

Stable isotopes
Molecular biology
Dehalogenimonas spp.
Biodegradation
Abiotic degradation
Multiple lines of evidence

ABSTRACT

The extent, mechanism(s), and rate of chlorinated ethene degradation in a large tetrachloroethene (PCE) plume were investigated in an extensive sampling campaign. Multiple lines of evidence for this degradation were explored, including compound-specific isotope analysis (CSIA), dual C-Cl isotope analysis, and quantitative real-time polymerase chain reaction (qPCR) analysis targeting the genera *Dehalococcoides* and *Dehalogenimonas* and the genes *wcrA*, *bvcA*, and *cerA*. A decade prior to this sampling campaign, the plume source was thermally remediated by steam injection. This released dissolved organic carbon (DOC) that stimulated microbial activity and created reduced conditions within the plume. Based on an inclusive analysis of minor and major sampling campaigns since the initial site characterization, it was estimated that reduced conditions peaked 4 years after the remediation event. At the time of this study, 11 years after the remediation event, the redox conditions in the aquifer are returning to their original state. However, the DOC released from the remediated source zone matches levels measured 3 years prior and plume conditions are still suitable for biotic reductive dechlorination.

