# Spatio temp project 1

Analytical solution of a spatially variable coefficient advection–diffusion equation in up to three dimensions: [Analytical solution of a spatially variable coefficient advection–diffusion equation in up to three dimensions - ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0307904X99000050?via%3Dihub) Vrij vaag, D ifv x? whyyyy

Bepaal deltax en deltax obv Peclet nummer en courant nummer.

Doe ADI en Gauss Seidel!

Oorsprong:

2 opties nagaan voor breakthrough:

* Sommeren over de y’s (weinig waarschijnlijk)
* Op y = 0.5m want maar 1 m breed!

Probleem: wat zijn intiële condities bij fysisch experiment?

Idee: maak breakthrough curves voor

Fluor => wat is D? Wat is Kd => R en dispersiecoeff zo bepalen en updaten!

Als tijd over in paasvakantie: geen constante v maar oplossen van poisson vergelijking van de stijghoote

* Start met homogeen
* Indien nog meer tijd, uitbreiden naar verschillende lagen

Taakverdeling:

* Uitschrijven dimensieloos en ADI: Hannah
* Iteratief in Matlab: Olivier

**Uitwerking Gauss Seidel 21/03**

Meer info over Peclet nummer en Courant nummer in ‘The handbook of groundwater engineering’ in 22.5.1.3. Stability and Oscillations

Peclet nummer <https://en.wikipedia.org/wiki/P%C3%A9clet_number>

Longitudinaal volgens de x-as geldt dus:

In paper: houd Pe onder de 1. In handboek: houd Pe onder de 5.

Courant nummer: <https://en.wikipedia.org/wiki/Courant%E2%80%93Friedrichs%E2%80%93Lewy_condition>

In 1 dimensie:

Typisch wordt C\_max = 1 genomen. Interpretatie: “The condition can be viewed as a sort of discrete "light cone" condition, namely that the time step must be kept small enough so that information has enough time to propagate through the space discretization.” Dus zien als hoe ver de informatie (u) resit over grid (deltax) in een eenheid tijd (deltat)

In 2 dimensie: maar bij ons is u\_y toch 0 dus kunnen we gebruik maken van 1D berekening!

*Solute\_Transport\_In\_Soil\_Handboek* definieert als volgt in sectie 2.4:

Ideetjes:

* Werk in 3D, inclusief gelaagdheid in de bodem
* Poisson

Vragen voor Jan:

* We implementeerden 2 variaties van ADI waarbij:
  + Zowel convectieterm als diffusieterm impliciet in x, dan daarna diffusieterm impliciet in y en convectieterm expliciet in x
  + Alternatieve implementatie: convectieterm altijd expliciet, afwisselend diffusieterm impliciet in x en y

De discretisatie werkten we uit zoals vermeld in de paper (p.140) voor Gauss-Seidel: deltax o.b.v. het Peclet nummer en hierna deltat o.b.v. Courant (Courant–Friedrichs–Lewy conditie) (beide getallen gelijk aan 1 genomen). Dit leidde tot: delta = 0.5 en deltax = 0.05. Hoewel dit stabiel is voor Gauss-Seidel, gingen de resultaten voor ADI naar min oneindig. In de cursus vonden we in hogere dimensies geen bespreking van stabiliteit voor ADI, waardoor we via trail-and-error deltat probeerden te verlagen. Bij een delta vanaf 0.3 of lager bekwamen we aannemelijke resultaten, maar toen bleek dat hoe kleiner deltat, hoe trager de gecontamineerde zone (golf) zich voortbeweegt in de convectierichting. We vroegen of dit een vorm van instabiliteit is, of moeten we op zoek naar een fout in onze implementatie? Voor zeer kleine deltat bemerkten we dat de resultaten van het Gauss-Seidel schema werden benaderd. In bijlage vindt u de script voor Gauss-Seidel, de 2 variaties op ADI en de paper.

* 3D model:
  + Dus naast convectiesnelheid in de x richting ook andere? Onze assumptie: enkel dus in x richting? Geen in x en y
  + Hier dan verschillende lagen ?
  + Opmerking paper: literatuur lijkt uit te wijzen dat impliciet methodes (zoals wij implementeerden) onciditioneel stabiel zijn? (met respect voor Courant?) Niet wat wij uitkomen… <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s13398-017-0414-7.pdf> (legt ook uit hoe neumann stability analysis werkt in meerdere dimensies)
  + Alternatief idee: neem bovenaan een CTE waarde van 1, zie dit als een soort van bron die lekt uit de onverzadigde zone die zorgt dat de conentratie aan de rand altijd dezelfde blijft!
* Script Hanna 3D opmerkingen:
  + Pe en Courant op 0.8 (ipv 0.5) omdat matrix zo beter?
  + Alternatief voor de snelheden: neem de snelheden van uit de paper!
  + Symmetrische balk lijkt me de goede keuze!
  + Alpha’s voor y en z opnieuw delen door tien lijkt een redelijke assumptie!
  + Waarom de afrondingen?

Olivier: Intro, GS2D, GS3D met Neumann en met Dirichlet