aantekening bij 2.6 Sonogram

"Spectraal landschap" en Sonogram

In 2.6 van Sound Design wordt uitgelegd dat een sonogram de "hoogtekaart" is van een "spectraal landschap". Dat wordt toegelicht in Fig. 16, maar die ene figuur is misschien wat weinig om dat echt goed te snappen. Vandaar deze aantekening met wat meer voorbeelden en plaatjes.

Met WaveWizard (vanaf versie november 2011) kun je zelf direct uit het sonogram het corresponderende 3D landschap als een "luchtfoto" laten weergeven vanuit elk gewenst gezichtspunt. Dat geeft je meer inzicht in wat een sonogram nu eigenlijk is.

Op de volgende pagina's zie je de spectrale landschappen van enkele eevoudige tonen, van het "klankwetfilter" uit H7 en van de krijsende raaf (raaf.wav).

Tot slot vind je ook een WaveWizard codevoorbeeld van de landschappen van de sinus-en zaagtandtonen.
Wil je daarmee experimenteren? Breng ***kleine*** veranderingen aan in de code en kijk (en/of luister) wat er gebeurt!

nieuwe WaveWizard functie

De landschappen worden gemaakt met de nieuwe WaveWizard functie:
`Grafiek van functie met 2 variabelen (3D)`

Daarmee kun je elke functie van twee variabelen *y = f(x,z)* definiëren en op allerlei manieren perspectivisch afbeelden: bijv. doorzichtig als "kippegaas" ('**`draad`**') of ondoorzichtig ('**`dicht`**') zodat je het verschil tussen bovenkant en onderkant (donker weergegeven) kunt zien. Ook kun je licht van rechtboven laten komen ('**`schaduw`**') zodat het vlak steeds donkerder wordt afgebeeld naarmate het een sterkere helling vertoont. Dat maakt de afbeelding veel plastischer en realistischer.

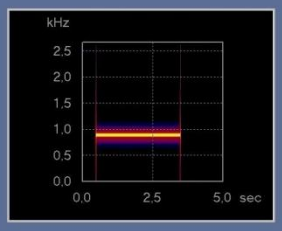
Ook kun je elke willekeurige afbeelding (bitmap) gebruiken om het x,z-vlak mee vorm te geven. Zie voorbeelden hieronder van sinus- en zaagtandtoon, waarbij het NLT-logo als bitmap werd gebruikt.

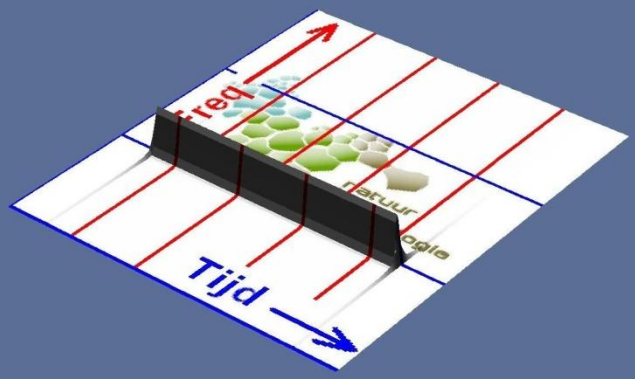
Wil je er een sonogram drie-dimensionaal mee afbeelden, dan geef je, in plaats van een formule voor *f(x,z)*, een formule met een *enkele*, speciale variabele, nl. **`sonogram`**! Dan worden automatisch alle instellingen van de **`Sonogram`**-functie van WaveWizard gebruikt, zoals je die de laatste keer hebt aangeroepen (of anders de standaard waarden). Hoe dat precies gaat zie je in het codevoorbeeld.

Bij klankanalyse en signaalverwerking - en dus ook bij Sound Design - kom je functies van twee variabelen vaak tegen. Hier, in dit geval gaat om een spectraal landschap maar ook voor de weergave van de complexe trillingspatronen (staande golven) van membranen (zoals trommelvlies, paukenvel, conus luidspreker) maken we er graag gebruik van.

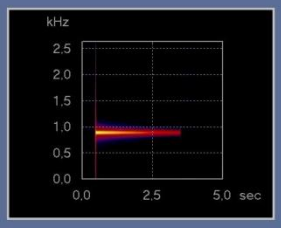
Er zijn trouwens nog meer sound design "objecten" die je graag in 3D wilt weergeven, zoals de combinatie van het amplitude- en het fasespectrum. Ook daarvoor is een nieuwe functie beschikbaar in WaveWizard: **`Parametrische kromme (3D)`**. Zie verder
http://muziekexact.nl/NLT/NLT.htm

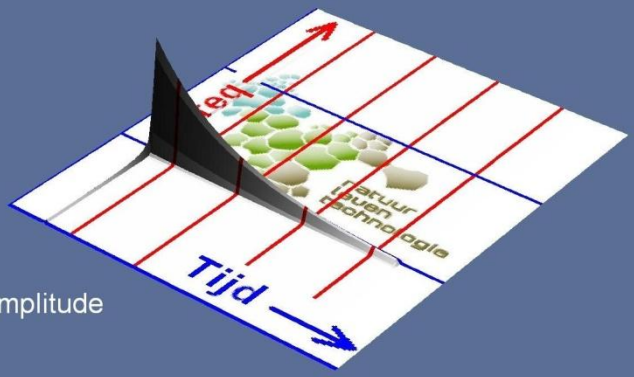
sinustoon



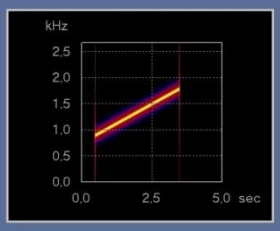


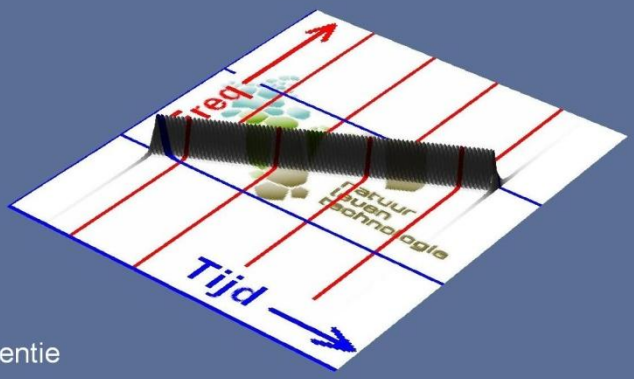
sinustoon met
constante amplitude en
constante frequentie



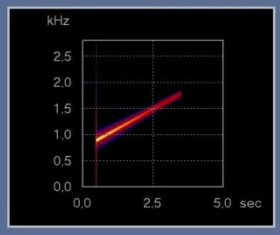


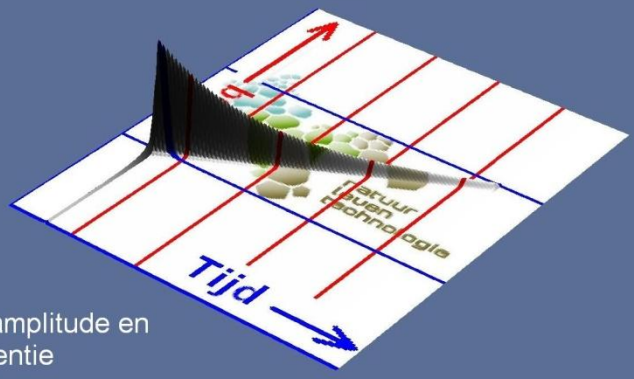
sinustoon met
exponentieel dempende amplitude
en constante frequentie





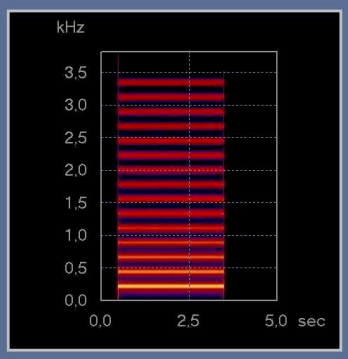
sinustoon met
constante amplitude en
lineair toenemende frequentie

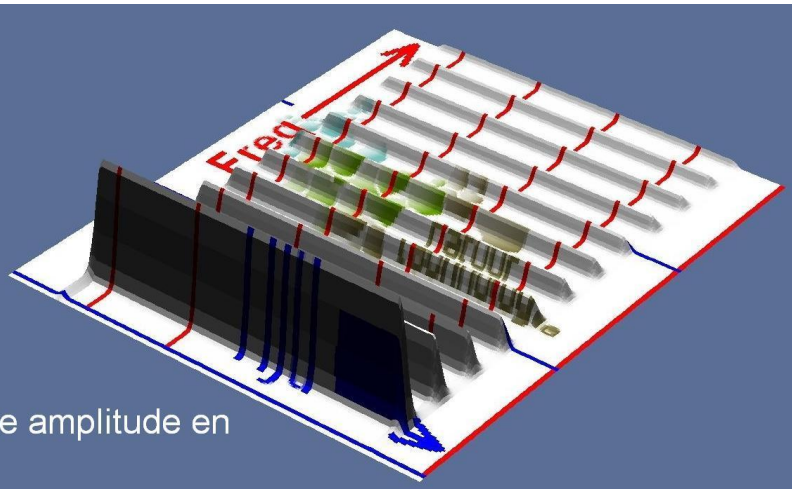




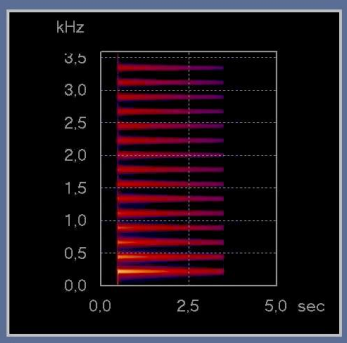
sinustoon met
exponentieel dempende amplitude en
lineair toenemende frequentie

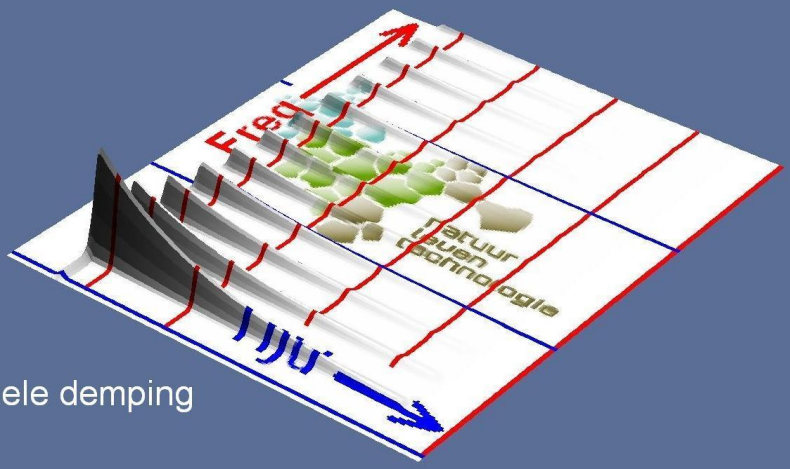
zaagtandtoon



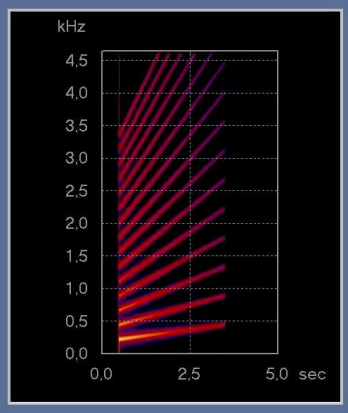


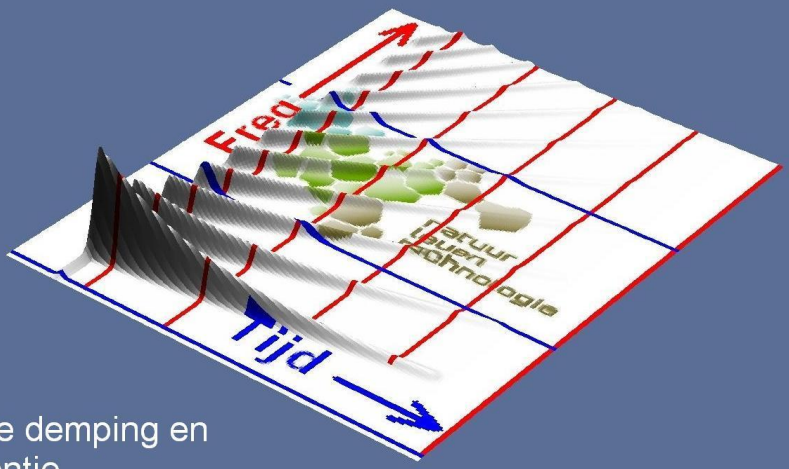
zaagtand met constante amplitude en constante frequentie





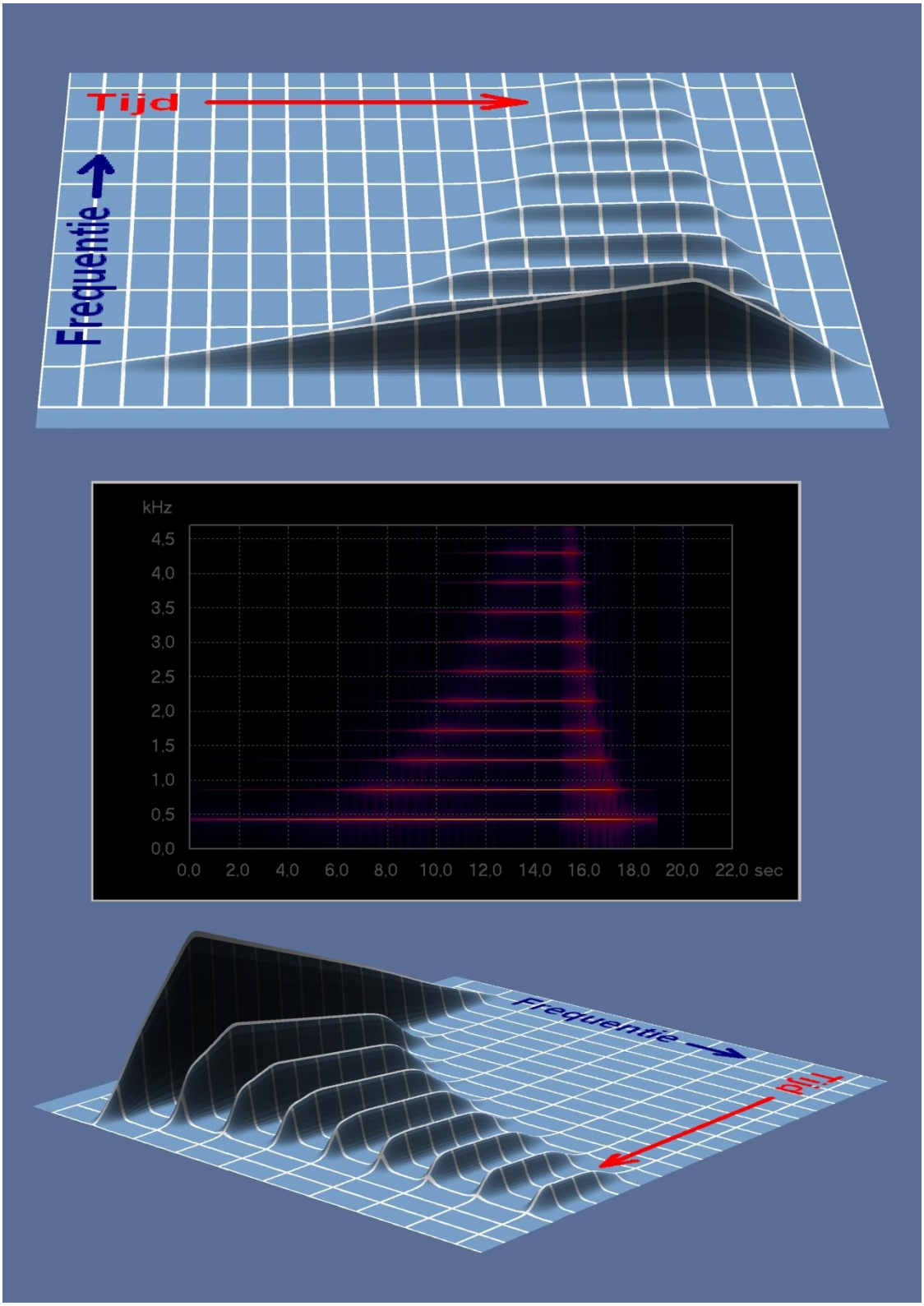
zaagtand met exponentiele demping en constante frequentie





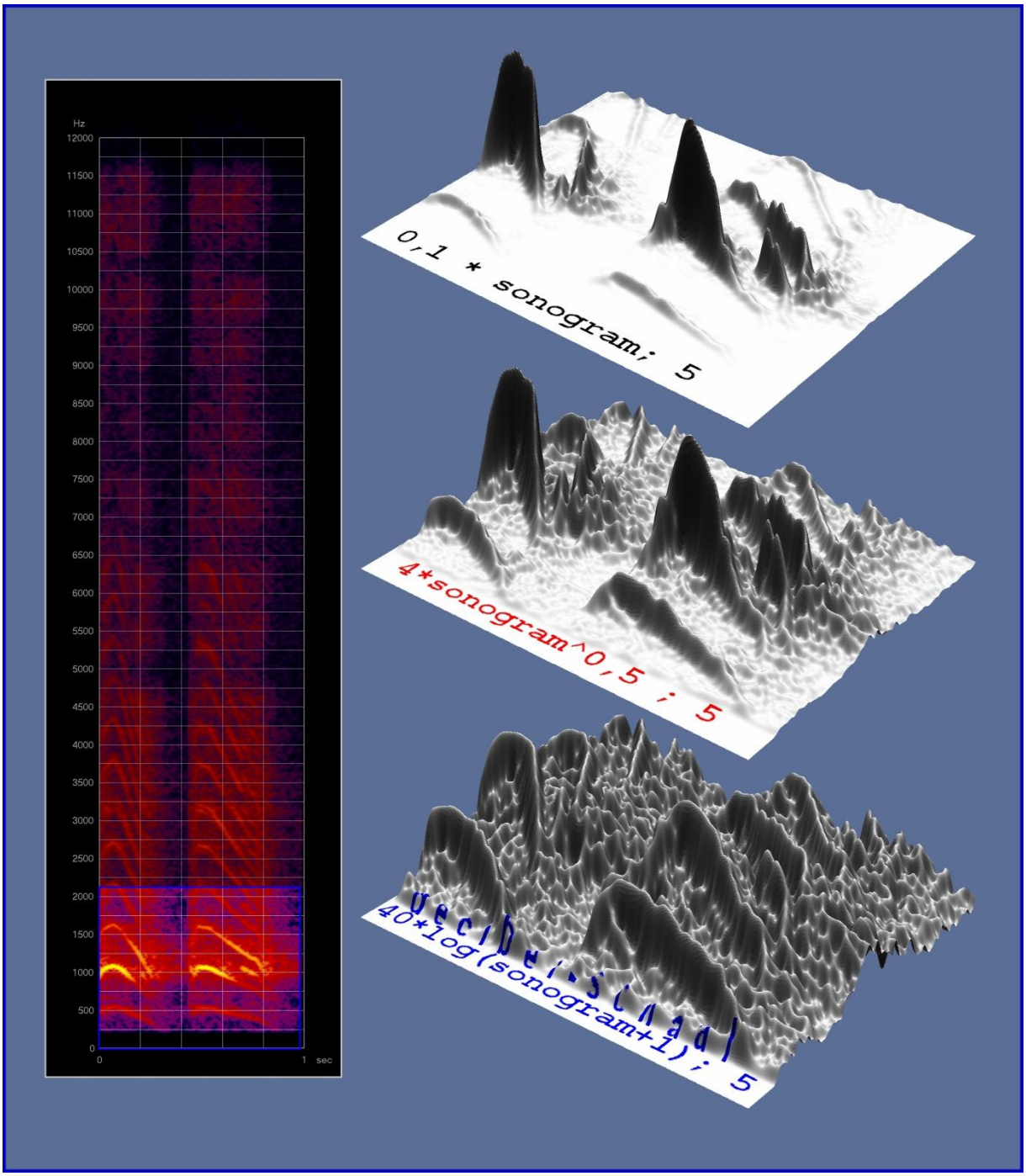
zaagtand met exponentiele demping en lineair toenemende frequentie

Klankwetfilter



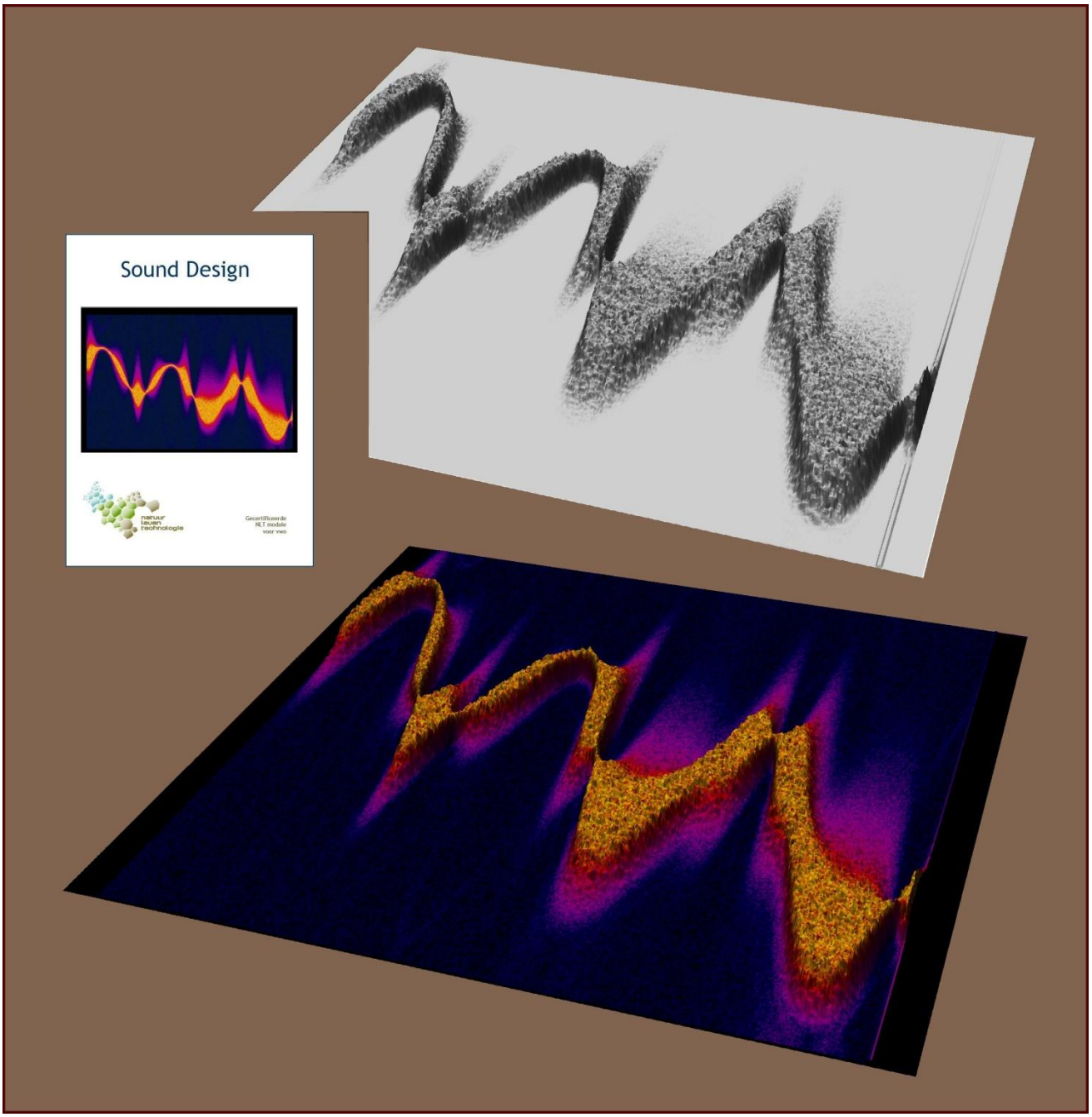
Raaf.wav

Van het onderstaande Raaf-sonogram is alleen het onderste gedeelte (helderder afgebeeld, binnen de blauwe rechthoek) weergegeven in de spectrale landschappen. Wat voor de indruk je van het berglandschap krijgt hangt erg af van de manier waarop je afbeeldt, bijv lineair of logaritmisch. De laatste zie je onderaan afgebeeld. Omdat je gehoor ook "logaritmisch" werkt geeft de onderste afbeelding het best weer wat je hoort, maar de werkelijke amplitudeverhoudingen zijn dan zwaar vervormd. Die vind je juist weer correct afgebeeld in het bovenste landschap. Het middelste plaatje is een "wortel-landschap", een soort compromis tussen het bovenste en onderste.



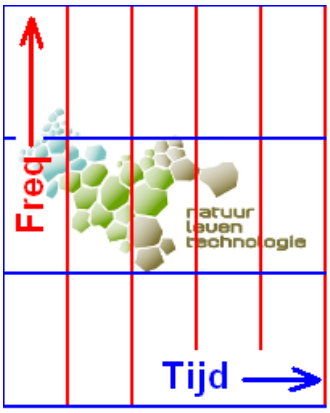
sonogram als bitmap

Hieboven zag je dat in de voorbeelden van de sinus - en de zaagtandtoon het NLT-logo werd gebruikt om het (x,z)-vlak aan te geven (voor details zie ook hieronder het code-voorbeeld). Maar je zou in plaats daarvan natuurlijk ook het sonogram zelf kunnen kiezen! Het bovenste spectrale landschap is gemaakt met een blanco bitmap (zoals de raaf-landschappen). Het onderste heeft het sonogram van de voorplaat als bitmap. Het resultaat is hetzelfde als Fig.16B op pag. 46 in de moduletekst.



Codevoorbeeld sinus- en zaagtandtonen

Hier heb je een voorbeeld van de WaveWizard code waarmee de bovenstaande figuren van de sinustoon en de zaagtandtoon werden gemaakt. Je kunt de code-tekst selecteren en droppen in het Commando-venster van WaveWizard. Of open Preset_sinustoon_sonogram_en_grafiek_3D.txt in WaveWizard.




```
!*******************************************
! Preset_sinustoon_sonogram_en_grafiek_3D.txt
! jan 2011
!*******************************************

Declareer a; b; duur; startfreq; eindfreq

!*******************************************
! N.B.!!!
! Open eerst Raster.bmp
! Dit plaatje zie je hiernaast.
!*******************************************

! Sla het plaatje op in Intern Venster. Daarvan zal
! hieronder gebruik worden gemaakt door de functie waarmee je
! functies van twee variabelen kunt weergeven in 3D (dus als
! berglandschap): Grafiek van functie met 2 variabelen (3D).

Grafiekvenster naar Intern Venster

! beeldschermkleur (blauw) instellen en wissen:
Achtergrondkleur
  Rood      90
  Groen     110
  Blauw     150

Wis Grafiekvenster

Wis buffers
  Wis buffer (F1...F32, S1, S2, S3)    S1  |  S2  |  S3

!-----------------------------------------------------------------
! maak een stuursignaal (zie Sound Design 4.1 pag 69) voor een linair toenemende frequentie:
! freq[n] = a*n + b
! freq[0] = startfreq    --> b = startfreq
! freq[duur] = 2000      --> a*duur + startfreq = eindfreq
!                        --> a = (eindfreq - startfreq) / duur
!-----------------------------------------------------------------

duur      = 3 * Fs                    ! duur van de toon
startfreq = 83 * Fs / (2^12)          ! 893 Hz,  Raster.bmp pixelrij 83 = blauwe lijn
eindfreq  = 166 * Fs / (2^12)         ! 1787 Hz, Raster.bmp pixelrij 166 = blauwe lijn
b         = startfreq
a         = (eindfreq - startfreq) / duur

!-----------------------------------------------------------------
! sinus opwekken met constante amplitude en lineair stijgende frequentie:
Toongenerator ADSR
  Frequentie (Hz of TOETS)      a*n + b     ! lineair stijgende frequentie
  Amplitude                     8000        ! constante amplitude
  Golfvorm                      sinus
  Spoor: S?[?]                  S1[0,5*Fs]  ! toon begint op t = 0,5 sec.
  Duur                          duur
  Aantal harmonischen           1
  Attack (msec)                 0,1
  Decay (msec)                  0
  Sustain (0...1)               1
  Release (msec)                1
  ADSR type ('lin' of 'exp')    exp
```

```
!-------------------------------------------------------------
Sonogram
  Buffer en index (s1, s2, s3)                      S1[0]
  lengte fragment (ook 'sec')                       4 sec
  FFT-venster  (in bits: 8...16)                    12
  Venstergrootte (ook 'sec')                        2000
  vensterverplaatsing (ook 'sec')                   0,02 sec
  weergave in decibel ('dB') of lineair ('lin')     dB
  kleur van laagste amp ('R', 'G' of 'B')           240
  kleur van hoogste amp ('R', 'G' of 'B')           60
  helderheid                                        16
  Hann-window ('j' of 'n')                          j
  Raster ('j' of 'n')                               j

! ---------------------------------------------------------------------------
! Teken het sonogram in 3D als "spectraal landschap" door gebruik te
! maken van de functie'Grafiek van functie met 2 variabelen (3D)'.
! Als je achter 'expressie y(x,z)' een formule invult waarin het woord
! 'sonogram' voorkomt, dan wordt automatisch het sonogram omgerekend naar
! het spectrale berglandschap. Daarbij stelt de x-dimensie de tijd voor
! en de z-dimensie de frequentie.
!
! De sonogram-expressie:
!   'sonogram' is een variabele die de hoogte bevat van elk punt in het
!   spectrale landschap. Als je schrijft: '0,1 * sonogram', wordt de
!   hoogte van het landschap met een factor 10 "ingedukt".
!   Je kunt daarnaast bijv. ook een decibel-weergave maken. Dan neem je
!   de logaritme uit elke hoogtewaarde. Die kunnen in een sonogram nooit
!   negatief zijn, maar wel nul. Aangezien log(0) niet bestaat, tel je
!   bij alle hoogtewaarden bijv. 1 op (dat mag je doen omdat de amplitude-
!   waarden van de spectra behoorlijk grote getallen zijn (max 32768). Tevens
!   voorkom je daarmee diepe "spelonken" in het berglandschap (experimenteer!).
!   Je krijgt dan bijv:
!   20* log(sonogram+1)
!   Dus eerst wordt van elk punt de logaritme genomen, zodat een
!   "decibel-landschap" ontstaat en dat landschap wordt 20 maal zo hoog
!   gemaakt (puur om visuele redenen, ook hier: experimenteer!)
!
!   De berglandschappen van sonogrammen kunnen heel 'hobbelig' verlopen
!   en dan is het vaak prettig om die wat glad te strijken. Dat doe je
!   door het sonogram te filteren: hoe vaker je filtert deste gladder
!   het landschap wordt.
!   Het filteren geef je aan door een puntkomma (;) achter de sonogram-
!   expressie met daarachter een getal. Zo krijg je bijv:
!   0,3* sonogram ^0,5  ; 2
!   Hier wordt de wortel getrokken uit de hoogten en daarna wordt het
!   landschap 2 keer gefilterd. (Een "wortel-landschap" is een soort
!   compromis tussen een lineair en een log-landschap.)
!
! Tijd:
!   In het sonogram loopt de tijd van 0 naar 4 sec. De vensterverplaatsing
!   is 0,02 sec, dus er zijn 4 / 0,02 = 200 tijdstippen waarop het spectrum
!   wordt berekend.
!   Daarmee krijg je voor x0 = 0 en x1 = 199.
!
! Frequentie:
!   Het sonogram is ingesteld op 2^12 frequenties ('FFT-venster').
!   De frequentieresolutie is dan Fs / (2^12) = 10,76 Hz.
!   Als je een frequentiegebied tot bijv. 2500 Hz wilt afbeelden,
!   moeten er 2500 / 10,76 = ongeveer 250 frequenties worden afgebeeld.
!   Dan is z0 = 0 en z1 = 249.
!
! ---------------------------------------------------------------------------

Grafiek van functie met 2 variabelen (3D)
  expressie y(x,z)                0,01 * sonogram; 2      ! lineair landschap
  x0                              0
  x1                              199
```

z0	0
z1	249
vergroting x (breedte)	1
rotatie y-as (graden)	40
verschuiving x (breedte)	-80
verschuiving y (hoogte)	-800
verschuiving z (diepte)	1400
breedte grafiek (pixels)	1500
linksboven hor (pixels)	600
linksboven vert (pixels)	1800
kleur x-lijnen (of vlakken)	geen
kleur z-lijnen (of vlakken)	geen
stap x-lijnen	1
stap z-lijnen	1
pendikte (in pixels)	1
'draad', 'dicht' of 'schaduw'	schaduw