

---

# Bachelor Thesis

---

Lies Deceuninck and Hannelore Verhoeven

November 27, 2015

## 1 BEKOMEN DATA UIT TRISE PLOT

In tabel 1 staan de data die we gebruikt hebben als input in de code.

Table 1: Gebruikte constanten

	474nm	560nm
$\mu_a [m^{-1}]$	51.1	107.9
$\mu_s [m^{-1}]$	12733	9266
$g$	0.88	0.88
$\rho [\frac{kg}{m^3}]$	1040	1040
$c [\frac{J}{kg \cdot K}]$	3650	3650
$k [\frac{W}{m \cdot K}]$	0.530	0.530
$w_L^{SM} [m]$	0.0000045	0.0000045
$w_L^{MM} [m]$	0.0001	0.0001

In tabel 2 staan de bekomen resultaten voor de tijdsconstante tau (zie vergelijking 2)

$$\tau = \frac{\rho c}{k(2.4)^2} \left[ \frac{r_0^2}{1 + \left( \frac{r_0 \pi}{4.8 z_0} \right)^2} \right] \quad (1)$$

met constanten

$$z_0 = \frac{2}{\mu_a + (1 - g)\mu_s} = \frac{2}{\mu_a + \mu'_s} \quad (2a)$$

$$r_0 = w_L. \quad (2b)$$

waarbij  $z_0$  en  $r_0$  respectievelijk de axiale en radiale limieten zijn van de temperatuursverhoging.

Hierin is geen rekening gehouden met beduidende cijfers. Wel is er afferond volgens de gebruikelijke regels.

Dat  $z_0$  en  $r_0$  de limieten zijn voor de temperatuursverhoging betekend concreet  $\delta T(t, z, r) = 0 \forall r \geq r_0 \text{ of } z \geq z_0$

Table 2: Bekomen tijdsconstanten  $\tau$  voor elk protocol

	$\tau_{SM} [10^{-2} ms]$	$\tau_{MM} [ms]$
474nm	2.517970	12.401371
560nm	2.517975	12.414704

## 2 INTERPRETATIES RESULTATEN

### 2.1 SATURATIE

Waarom is er saturatie aan het einde van de stimulatie (zowel continue als gepulste)

- continue stimulaite:  
bij stimulaitie worden de moleculen geexiteerd naar hoger energie niveau door absorptie van fotonen. Door conductie wordt hun energie verspreid over het (oneindige) weefsel. -> energieverlies

$$\text{Je krijgt } x \text{ je geeft } \frac{-1}{2}x \text{ af netto stijging} \rightarrow \frac{1}{2}x \quad (3)$$

Door continue energie toevoer en energie verlies wordt uiteindelijk een evenwicht bereikt. Constante stijging van de temperatuur -> saturatie. Dit is uiteraard op een hoger energie niveau (temperatuur) dan initieel

- gepulste stimulatie  
Eenderzijds tijdens de puls krijg je na  $x$  aantal tijd (ongeveer 4 keer  $\tau$ ) om wille van bovenstaande redenen. Wanneer de puls stopt daalt de temperatuurstijging met dezelfde tijdsconstante. Wanneer de volgende puls start is er niet triviale bijdrage van vorige puls. Zo voelt elke puls bijdragen van de voorgaande pulsen. De temperatuurstijging is hoger dan bij de eerste puls. Echter, omdat een dalende exponentiële (afhankelijk de tijdsconstante) (snel) naar 0 gaat, wordt de bijdrage voor de volgende pulsen uiteindelijk triviaal. Hierdoor voelt elke puls enkel de bijdrage van  $x$ -aantal pulsen ervoor. Dit is een constante bijdrage waardoor de temperatuurstijging satureert.

### 2.2 VAN WAT HANGT DE TIJDSCONSTANTE $\tau$ AF

De golflengthe  $\lambda$  bepaald de absorptiecoefficient  $\mu_a$  en scatteringcoefficient  $\mu_s$ , m.a.w  $z_0$  in  $\tau$ . De diameter  $d$  van de fiber is  $2w_L = d$ . Omdat  $z_0^{474nm} = 0.0013m^{-1}$  en  $z_0^{560nm} = 0.0016m^{-1}$  in dezelfde grote orde zitten en de stralen  $r_0$  grote orde  $10^2$  verschillen zie tabel 1. Door te kijken naar vergelijking 2 zien we dat  $\tau$  dus voornamelijk veranderd door de grote veranderingen in  $r_0$ , dus de diameter heeft meer invloed dan de golflengte.

### 2.3 TEMPERATUURSSTIJGING VOOR GEPULSTE STIMULATIE

Table 3: My caption

Irradiantie[mW/mm <sup>2</sup> ]	Puls lengte [ms]	Frequentie [Hz]	Maximale temperatuurstijging [mK]	
			$\lambda = 474\text{nm}$	$\lambda = 560\text{nm}$
70.5	5	5	4.54	9.44
		20	4.62	9.61
		130	9.81	20.4
380	30	5	67.2	140
		10	67.2	140
		20	68.4	142
46	1	40	0.798	1.66
10	4	5	0.535	1.11
		10	0.535	1.11
		45	0.642	1.34
5	20	8	0.777	1.62