



nodigt U graag uit op de openbare verdediging van het proefschrift van

## Dorota Youmbi Fouego

ter behaling van de graad van Doctor in de Wetenschappen

Gezamenlijk doctoraat met Yaoundé Université I

Titel van het proefschrift:

**Study of coupled self-sustaining oscillators: circadian oscillations in cyanobacteria and powering of biological loads**

Promotors:

**Prof. dr. Paul Wofo (Yaoundé Université I - UYI)**

**Prof. dr. Sophie de Buyl (VUB)**

De verdediging heeft plaats op

**Maandag 20 februari 2023 om 9u in Yaoundé Université I**

<https://tinyurl.com/mwrcsemv>

**Samenstelling van de jury**

Prof. dr. Jan Danckaert (VUB)

Prof. dr. Blaise Roméo Nana Nbandjo (UYI,  
secretary)

Prof. dr. Serge Ibrail Fewo (UYI)

Prof. dr. René Yampi (University of Douala  
Cameroon)

Prof. dr. Bernard Essimi Zobo (UYI, chair)

### Curriculum vitae

Dorota Youmbi Fouego behaalde een masterdiploma natuurkunde. Ze werkt op het gebied van niet-lineaire dynamica en complexe systemen. Haar onderzoeksinteresses omvatten biologisch geïnspireerde modellering en fysieke implementatie van de modellen in elektrische circuits. Ze is eerste auteur van twee publicaties en eerste auteur van een ingediend artikel. Ze doet een gezamenlijk doctoraat tussen de VUB en Yaoundé University I in Kameroen.

### Abstract van het doctoraatsonderzoek

Dit proefschrift behandelt ten eerste de analyse van de dynamica van gekoppelde systemen, hier beschouwd als set van self-sustained oscillatoren (Van der Pol, Grudzinski-Zebrowski, Hindmarsch-Rose) die een elektrische belasting (RLC, RL, RC of R) aandrijven. Ten tweede modelleren we de circadiane klok van cyanobacteriën en bestuderen we de koppeling tussen de transcriptionele regulatie en de post-translationele regulatie. De harmonische balansmethode, de wetten van Kirchoff, de Runge-Kutta RK4-methode en de synchronisatiecriteria zijn gebruikt in onze verschillende projecten.

Wij hebben een array van Van der Pol-oscillatoren gekoppeld aan een belasting beschouwd en vastgesteld dat na een drempelaantal oscillatoren waaronder het vermogen gelijk is aan nul, het vermogen toeneemt met het aantal oscillatoren. Een niet-lineariteit van hoge orde in de demping van de Van der Pol-oscillator verhoogt het vermogen in de belasting.

In het geval van een reeks Grudzinski-Zebrowski-oscillatoren gekoppeld aan een belasting, ontwerpen wij een equivalent elektrisch circuit waarvan de vergelijking vergelijkbaar is met het self-sustained oscillator model voorgesteld door Grudzinski en Zebrowski. Vervolgens wordt aangetoond dat het vermogen in elektrische belastingen (RLC, RL, RC en R) gekoppeld aan een reeks van dergelijke oscillatoren toeneemt met het aantal oscillatoren tot een constante waarde die afhangt van de soorten belastingen en de waarden van de belastingsparameters. Het synchronisatiegebied blijkt af te hangen van de waarden van de directe koppeling, de waarden van de indirecte koppeling en van het aantal oscillatoren in de array.

In het geval van een array van Hindmarsch-Rose-oscillatoren gekoppeld aan een belasting, wordt aangetoond dat het variëren van de koppelingscoëfficiënt leidt tot het ontstaan van een chaotische dynamiek in het systeem. Ook blijkt dat de spanningsamplitudes afnemen wanneer de grootte van de array van de HR-oscillatoren toeneemt.

Wij stellen een in vivo model voor van de circadiane klok van cyanobacteriën, gebaseerd op het hexamere in vitro model, en er wordt aangetoond dat er een groot bereik is van waarden die leiden tot een oscillatoir gedrag, zowel voor de wildtype cyanobacteriën als voor de mutanten die de transcriptionele regulatie missen. Dit resultaat suggereert dat, hoewel de transcriptionele feedback de robuustheid van de klok enigszins verbetert, het effect niet zo sterk is als eerder werd beweerd. Onze conclusie is in overeenstemming met de experimenten.