

Fractales

LPSC Semestre printemps 2022

Glenn Muller

Sommaire

- Introduction
- Calculateur de Mandelbrot
- Intégration du calculateur
- Résultats
- Conclusion

Introduction

- Composant mandelbrot_calculator
 - Réel : $Z_R = Z_R^2 - Z_{Im}^2 + C_R$
 - Imaginaire : $Z_{Im} = 2 * Z_R * Z_{Im} + C_{Im}$
- Implémentation pour l'affichage

Calculateur de Mandelbrot

- Entrée sortie

Nom	Direction	Type	Description
Clk	In	Std_logic	Horloge
Rst	In	Std_logic	Reset
ready	Out	Std_logic	Prêt à calculer
Start	In	Std_logic	Démarre le calcul
Finished	Out	Std_logic	Calcul terminé
C_real	In	Std_logic_vector(SIZE)	Partie réelle du nombre à évalué
C_imaginary	In	Std_logic_vector(SIZE)	Partie imaginaire du nombre à évaluer
Z_real	Out	Std_logic_vector(SIZE)	Partie réelle du résultat
Z_imaginary	Out	Std_logic_vector(SIZE)	Partie imaginaire du résultat
Iteration	Out	Std_logic_vector(SIZE)	Nombre d'itération effectué

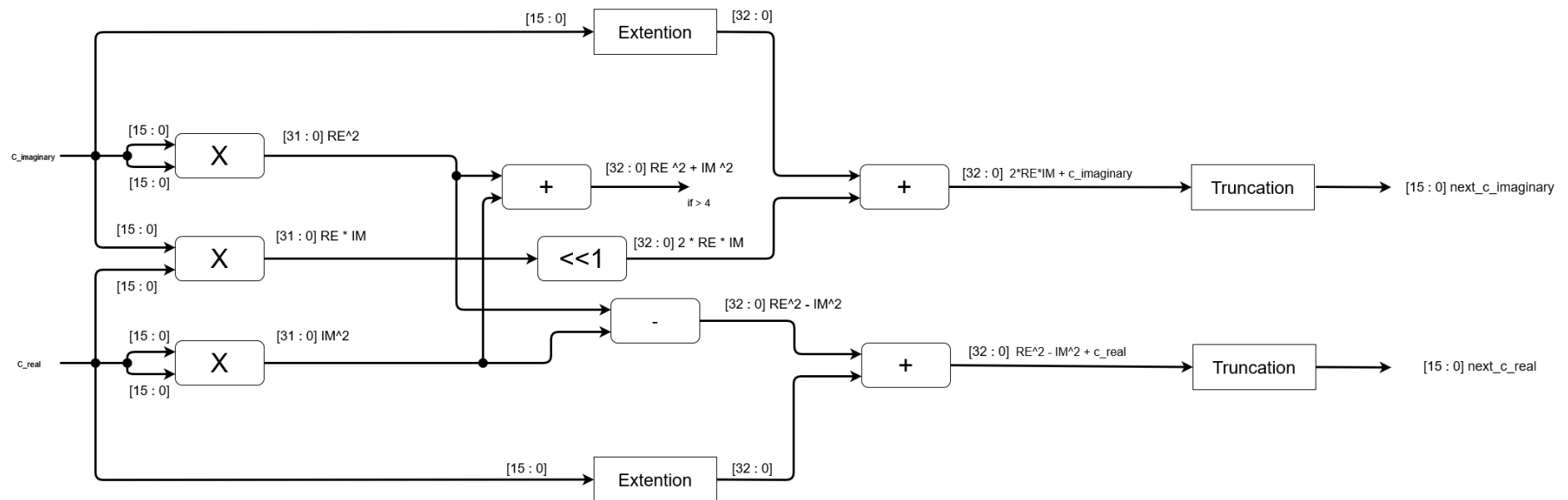
Calculateur de Mandelbrot

- Paramètres générique

Nom	Type	Valeur initiale	Description
Comma	Integer	12	Nombres de bits après la virgule
Max_iter	Integer	100	Nombre d'itération maximale
SIZE	Integer	16	Taille des opérandes

Calculateur de Mandelbrot

- Schéma du calculateur

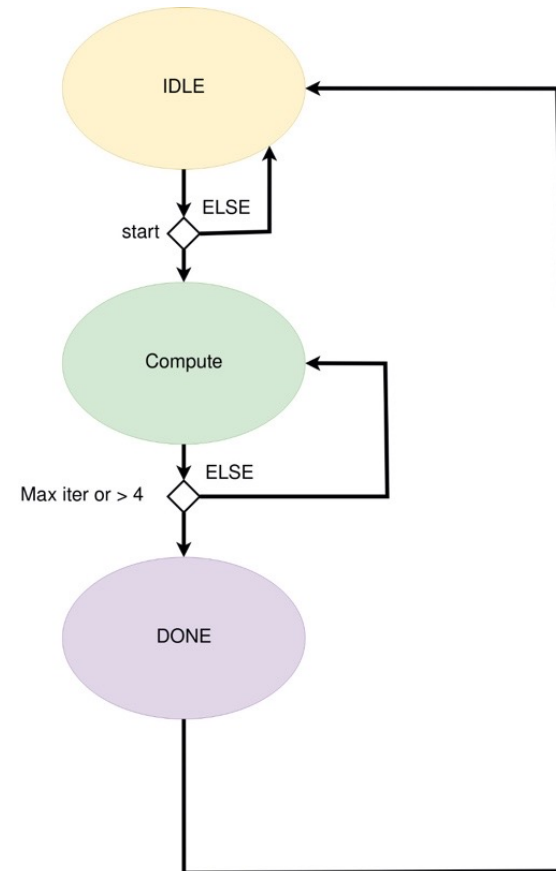


Calculateur de Mandelbrot

- Machine d'état

- IDLE

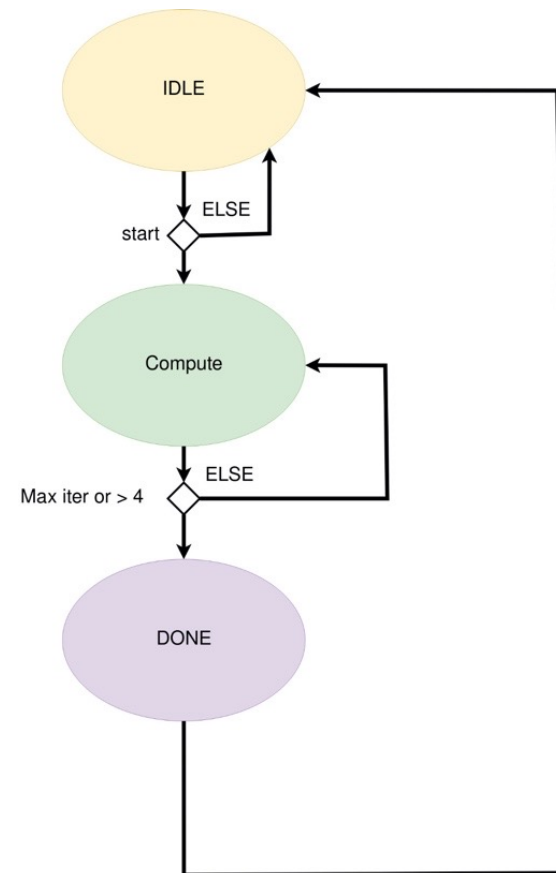
- Sortie Ready à 1
 - Compteur Reset et désactivé
 - Finish à 0
 - Compteur activé
 - Lecture c_{real} et $c_{\text{imaginary}}$
 - Basculement mode COMPUTE



Calculateur de Mandelbrot

- Machine d'état

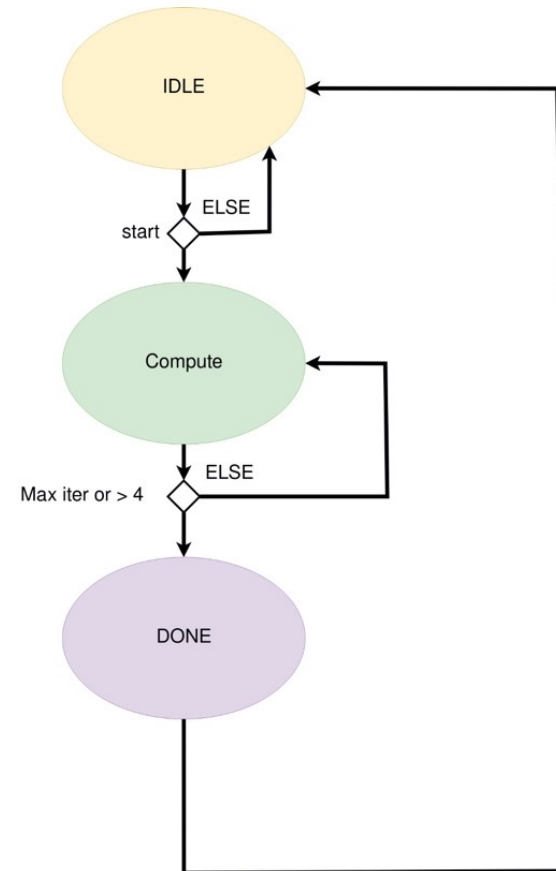
- IDLE
- COMPUTE
 - Calcul de Mandelbrot effectué
 - Résultat utilisé comme nouvelle entrée
 - Calcul diverge ($RE^2 + IM^2 > 4$)
 - Limit d'itération atteinte
 - Compteur à 0 (affichage de noir)
 - Basculement en mode DONE



Calculateur de Mandelbrot

- Machine d'état

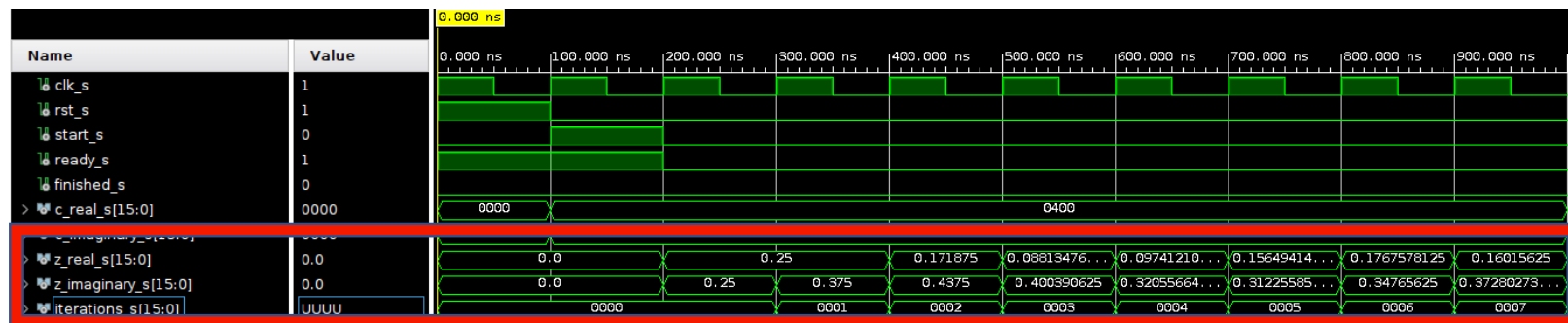
- IDLE
- COMPUTE
- DONE
 - Finish à 1 (pendant un coup de clock)
 - Compteur Reset
 - Ready à 1
 - Basculement en mode IDLE



Calculateur de Mandelbrot

- Test du calculateur
 - Programme python
 - Banc de test

```
iteration : 0 | z_real = 0.25000000 | z_imag = 0.250000
iteration : 1 | z_real = 0.25000000 | z_imag = 0.375000
iteration : 2 | z_real = 0.17187500 | z_imag = 0.437500
iteration : 3 | z_real = 0.08813477 | z_imag = 0.400391
iteration : 4 | z_real = 0.09745508 | z_imag = 0.320577
iteration : 5 | z_real = 0.15672809 | z_imag = 0.312484
iteration : 6 | z_real = 0.17691766 | z_imag = 0.347950
iteration : 7 | z_real = 0.16023070 | z_imag = 0.373117
```



Intégration du calculateur

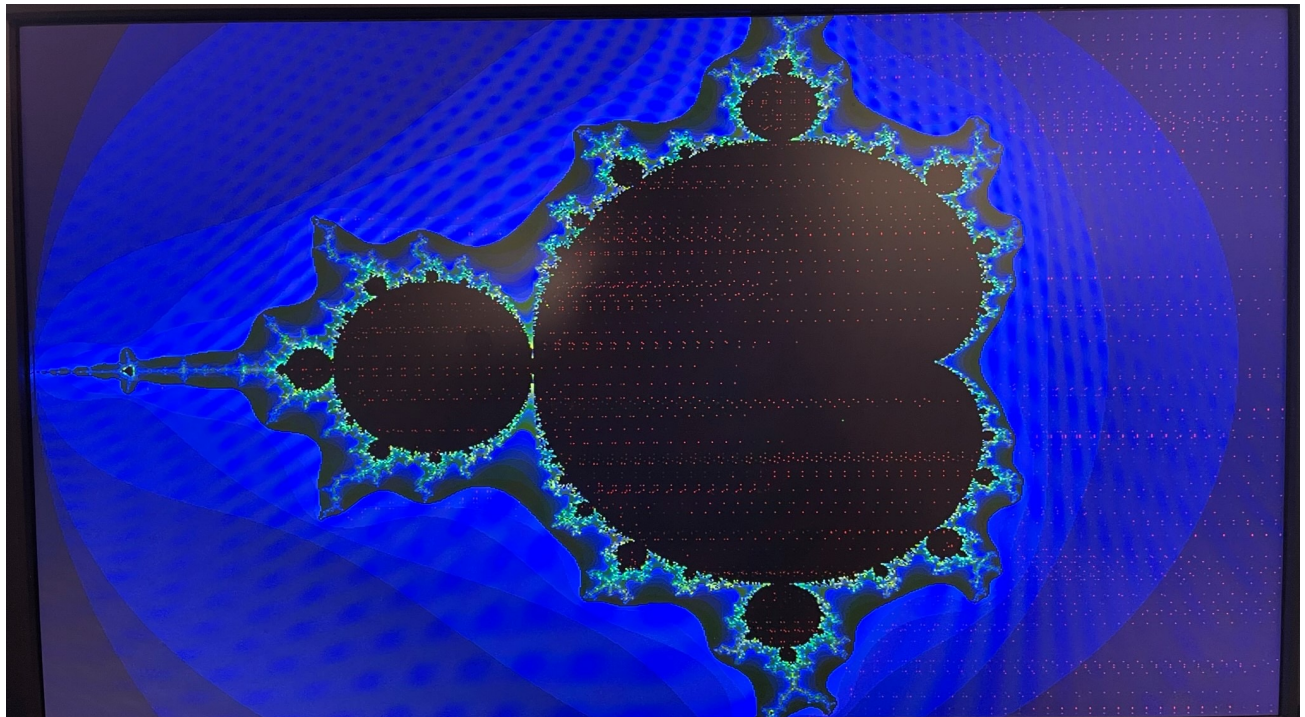
- C_gen
 - Génération des nombres complexe c_real et c_imaginary
 - Ajout d'une entrée EnableNext
 - Connexion au ComplexValueGenerator
 - Fournit les valeurs complexe quand le calculateur à fini
 - Fonction Zoom sur deux bouton
- ClkMandelbrotxl
 - Génère clock pour le calculateur

Intégration du calculateur

- VgaHdmiToFpgaUserCDCxB.BramVidéoMemoryxl
 - Stockage des sorties du calculateur
 - Mémoire vidéo
 - Adresse fournit par c_gen
- VgaHdmiCDxB.Hdmixl
 - BRAM -> Bus HDMI

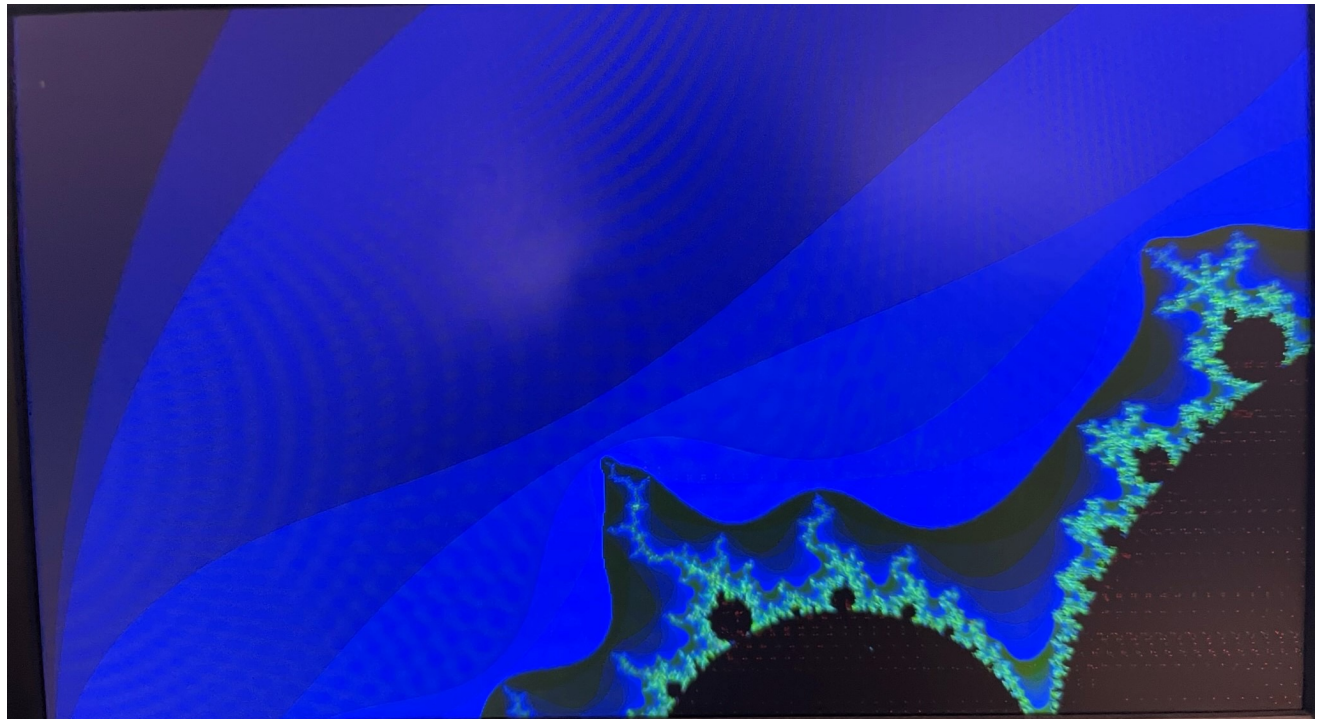
Résultat

- Affichage sans zoom



Résultats

- Affichage avec Zoom



Résultats

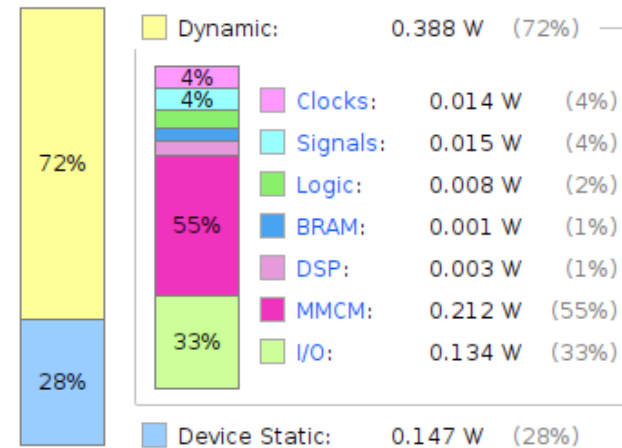
- Performance énergétique

Power analysis from Implemented netlist. Activity derived from constraints files, simulation files or vectorless analysis.

Total On-Chip Power: 0.535 W
Design Power Budget: Not Specified
Power Budget Margin: N/A
Junction Temperature: 26.8°C
Thermal Margin: 58.2°C (17.2 W)
Effective θ_{JA} : 3.3°C/W
Power supplied to off-chip devices: 0 W
Confidence level: Medium

[Launch Power Constraint Advisor](#) to find and fix invalid switching activity

On-Chip Power



Résultats

- Performance temporelle

Design Timing Summary

Setup	Hold	Pulse Width
Worst Negative Slack (WNS): -2.589 ns	Worst Hold Slack (WHS): 0.144 ns	Worst Pulse Width Slack (WPWS): 2.845 ns
Total Negative Slack (TNS): -316.918 ns	Total Hold Slack (THS): 0.000 ns	Total Pulse Width Negative Slack (TPWS): 0.000 ns
Number of Failing Endpoints: 466	Number of Failing Endpoints: 0	Number of Failing Endpoints: 0
Total Number of Endpoints: 5619	Total Number of Endpoints: 5619	Total Number of Endpoints: 531
Timing constraints are not met.		

Conclusion

- Calculateur testé et approuvé
- Intégration réussie
- Amélioration
 - Performance temporelle
 - Zoom plus poussé