



Du virtuel au réel

La puissance de la simulation numérique

Typhoon Hil France
contact.fr@typhoon-hil.com

ACSIEL Alliance Electronique
communication@acsiel.fr

30 septembre 2025

Qui sommes-nous

“The Typhoon HIL way”

Typhoon HIL a développé sa propre plate-forme matérielle et logicielle pour tester les logiciels embarqués liés au contrôle et à la communication dans les systèmes électriques..

La plate-forme est unique au monde car elle permet la modélisation et la simulation de systèmes en temps réel avec une résolution de pas de temps allant jusqu'à 200 ns.

Les utilisateurs des produits Typhoon HIL sont des entreprises qui intègrent, qui conçoivent et fabriquent des équipements et des appareils pour l'industrie de l'énergie, les entraînements électriques industriels, les véhicules électriques et les applications à bord des navires ou des trains, entre autres.

Ensemble, ces clients ont testé des appareils allant de sources d'énergies renouvelables distribuées individuelles et de batteries à des réseaux électriques entiers.



Notre mission

Permettre une énergie propre et abordable grâce à des communautés durables

La tendance à la numérisation, à la décentralisation et à la décarbonisation des systèmes électriques améliore radicalement les technologies de production, de distribution et d'utilisation de l'électricité.

Il n'est pas exagéré de dire que nous sommes à l'aube d'une nouvelle révolution électrique. Ces changements sont en grande partie dus à la prévalence croissante des sources d'énergies renouvelables telles que les panneaux solaires, les éoliennes et les systèmes de stockage d'énergie par batteries, sources qui nécessitent toutes une numérisation accélérée du réseau électrique.

La condition préalable de base à une numérisation réussie est l'existence d'un logiciel qui contrôlera et agrégera ces millions de sources d'énergies renouvelables.

Ce logiciel doit être testé.

Et cela n'est possible qu'à l'aide d'outils avancés spécialisés qui sont le cœur de métier de Typhoon HIL.



Du virtuel au réel

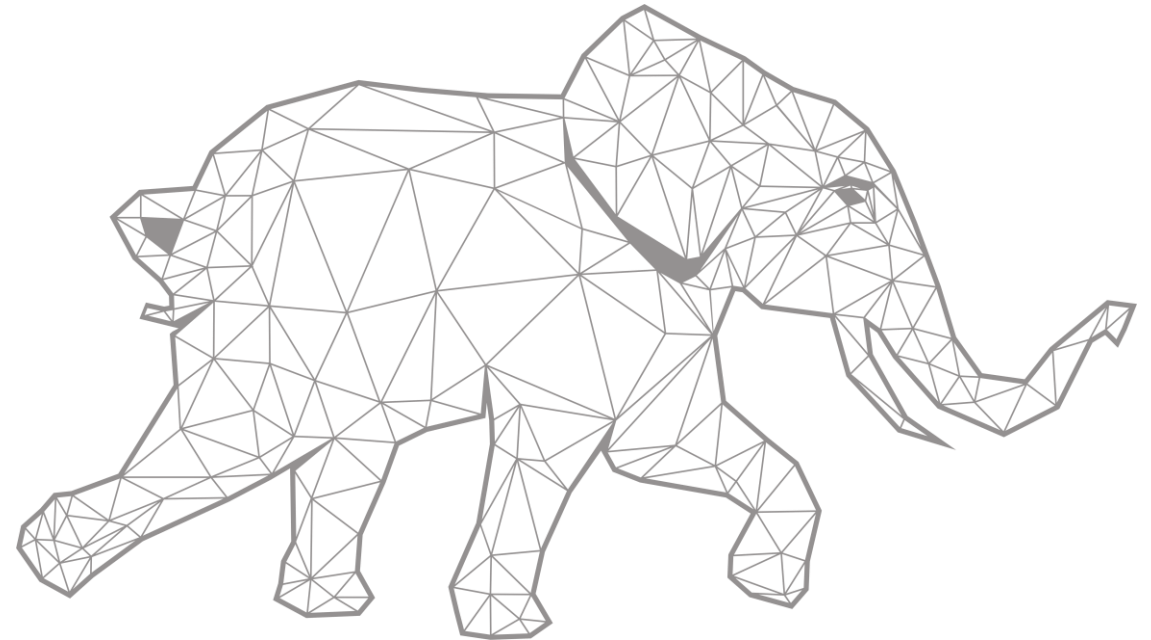
Un peu de vocabulaire

Différents types de simulation

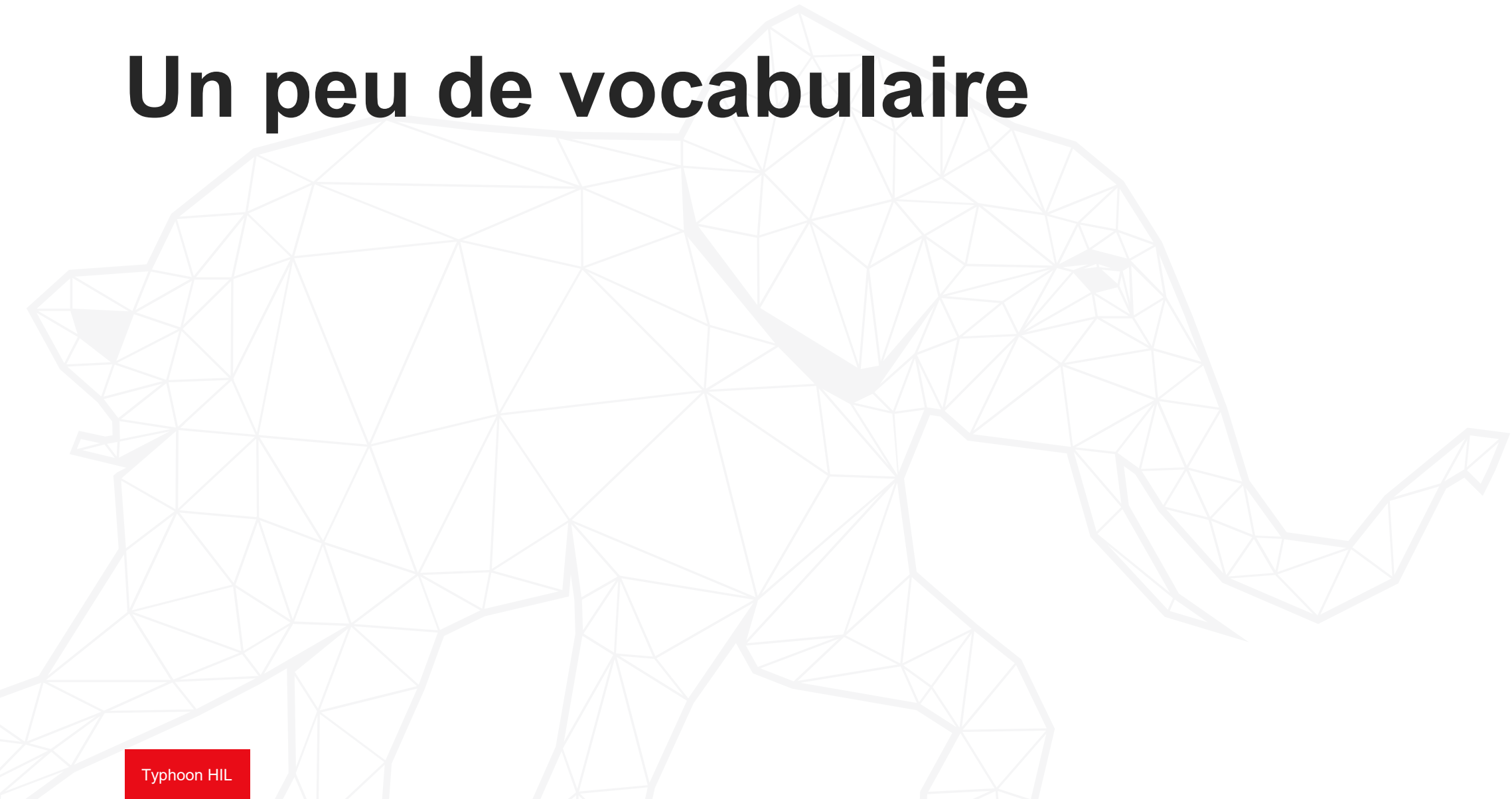
Avantages et limites

Des exemples

Pour aller plus loin



Un peu de vocabulaire



Un peu de vocabulaire

Nous entendons parler d'émulation, de simulation, de Temps Réel...

EMULATION

En français : sentiment qui pousse à vouloir égaler ou surpasser quelqu'un, généralement par des actions louables :
« L'émulation entretient le goût de l'effort », « L'émulation est un bon stimulant pour les élèves ».

En anglais ? C'est la même définition.

SIMULATION

1-Action de faire paraître comme réel ce qui ne l'est pas.

2-Reproduction d'une situation, d'un évènement, d'un phénomène qui vise à en étudier le déroulement, les effets pour mieux les connaître, les prévoir, s'y préparer.

Cela peut être étendu à une action, effectuée par un programme informatique afin d'analyser les propriétés ou l'évolution d'une réalité complexe grâce à un système modélisé.

Des exemples de simulation ? De conduite, de vol, d'impôts, d'incendie ...

TEMPS REEL / TEMPS NON-REEL

Quand je simule la conduite d'un véhicule ou d'une machine, si la réponse n'est pas en temps réel, je me sens tranquille et invincible...

Alors que dans la vraie vie, en temps réel, je serais peut être déjà mort !

Et sans deuxième vie pour reprendre le jeu.

Un peu de vocabulaire

Pourquoi utiliser la simulation : exemple d'une source d'énergie renouvelable (DER)

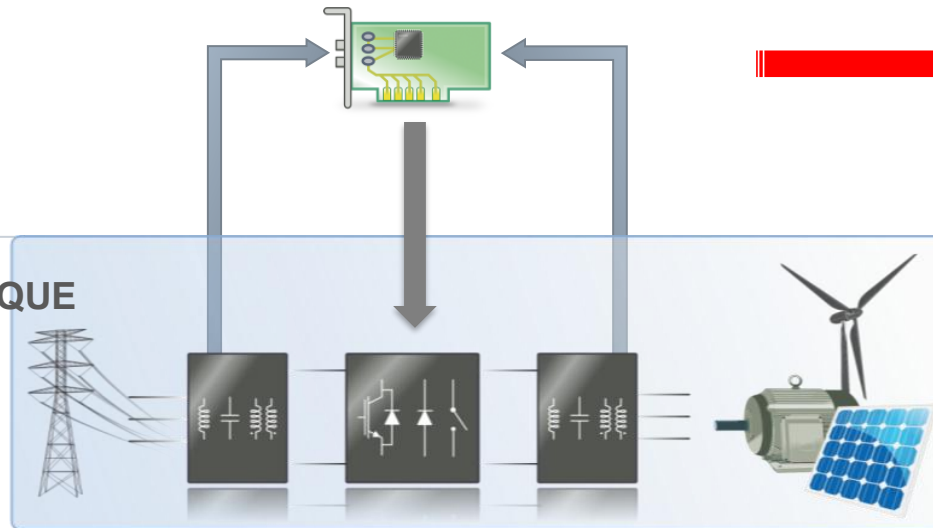
UNE PART NUMERIQUE

Évolutif
Imprévisible
Vulnérable
Versionné

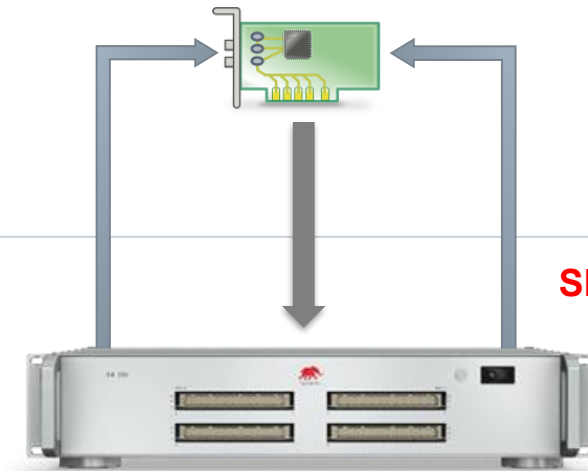
Difficile à simuler

UNE PART PHYSIQUE

Stable
Prévisible
Fiable
Bien connu



Peut être simulé

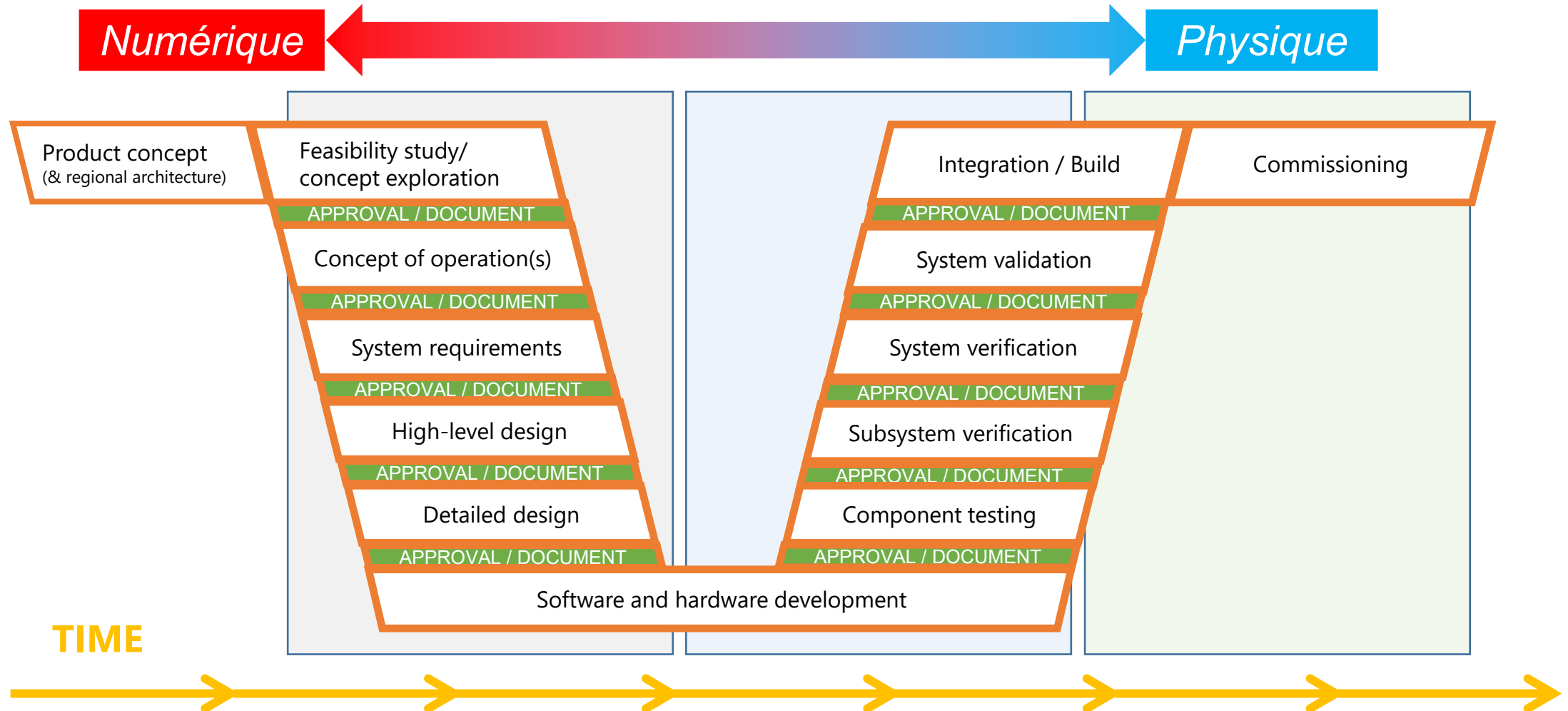


REEL

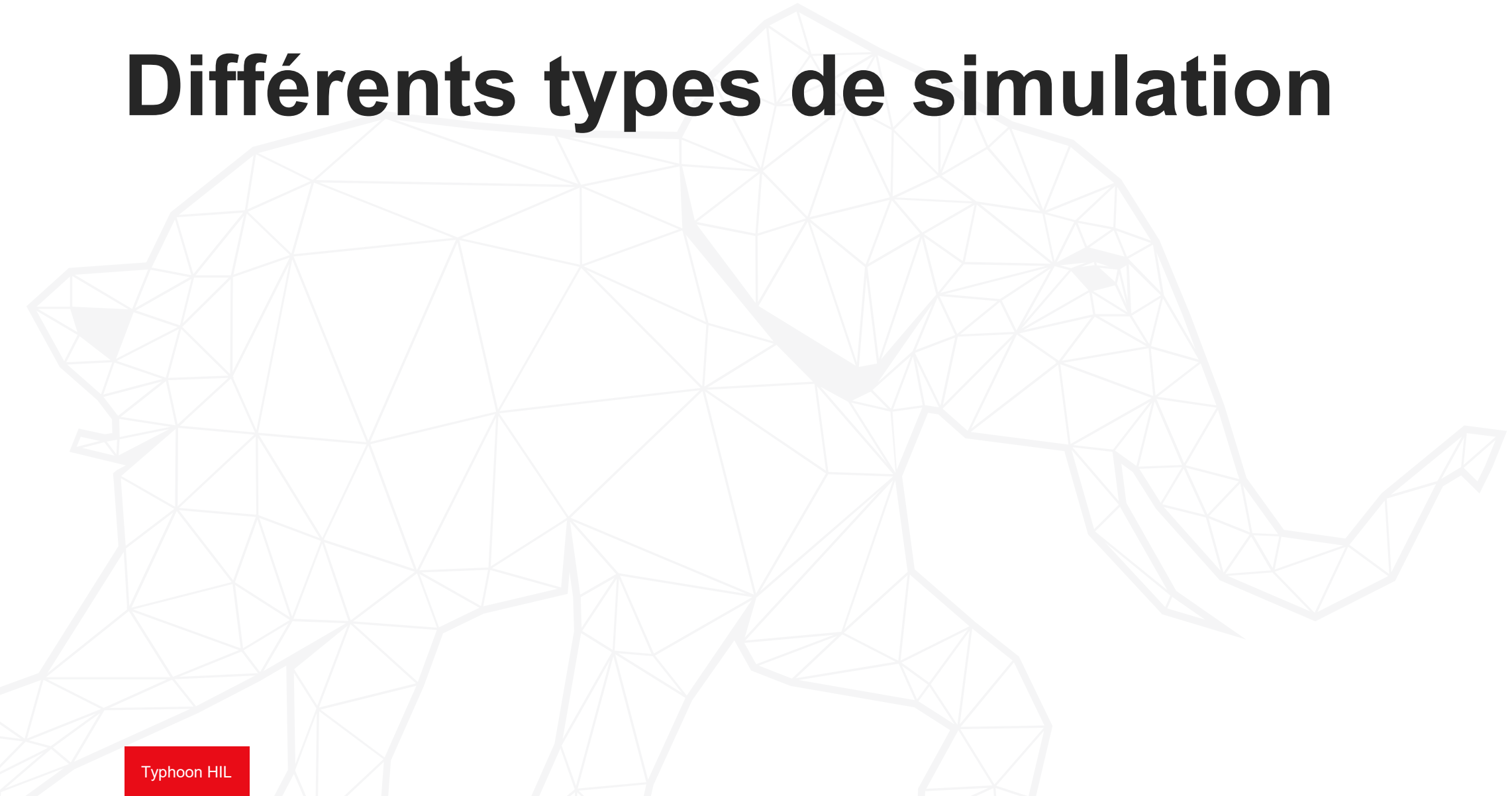
SIMULATEUR

Un peu de vocabulaire

Le fameux cycle en V d'une conception

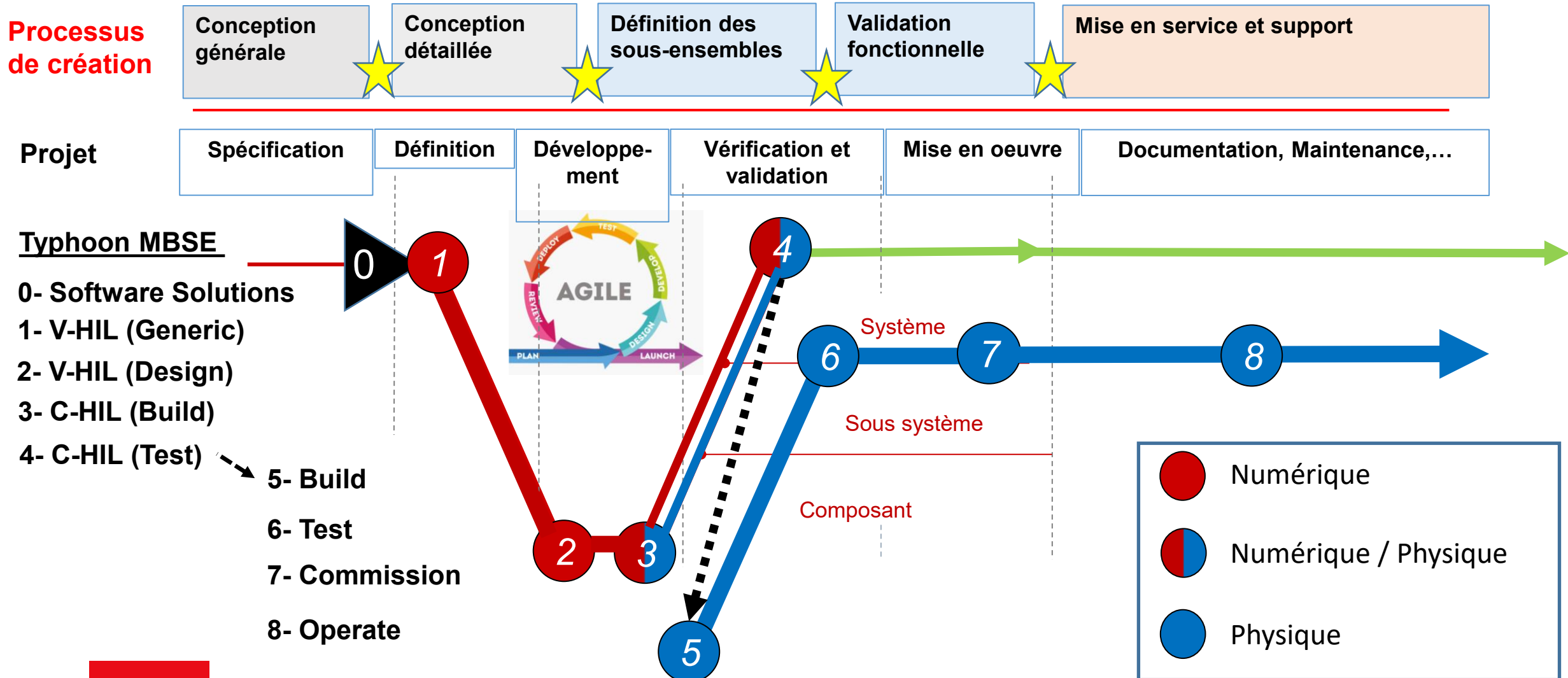


Différents types de simulation



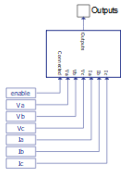
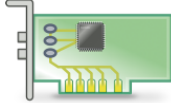
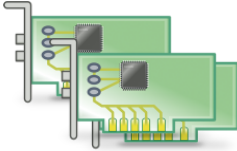
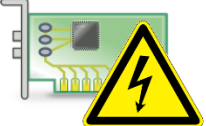
La simulation dans le processus de création d'un produit

De la conception préliminaire à la validation



Les différents types de simulation

Modèles et simulation: X-IL

Le type de test		MIL = Model In the Loop	SIL = Software In the Loop	C-HIL = Controller HIL	Integration HIL	P-HIL = Power HIL
						
Ce qui est testé	Ce qui est testé	Modèle du système	Logiciel du système	Le contrôleur matériel + logiciel	Plusieurs contrôleurs	Le matériel complet
	Tension utilisée	Aucune	Aucune	24V	24V	Valeurs réelles
Facilité de mise en œuvre	Simple à implémenter et utiliser à son bureau	✓	✓	✓	✓	✗ (labo avec protections)
	Possibilité d'automatisation	✓	✓	✓	✓	✓ Avec une supervision indispensable

Avantages et limites

Avantages et limites

Des avantages

- ☐ Validation de concept, avant la conception réelle
- ☐ Validation de blocs fonctionnels isolés
- ☐ Validation de l'intégration de blocs fonctionnels
- ☐ Validation de fonctionnement de l'ensemble
- ☐ Fonctionnements aux limites
- ☐ Et surtout injection de fautes

Avantages et limites

Des limites

- ☐ En temps non réel, quid des phénomènes transitoires
- ☐ En temps réel, les limites en fréquence
- ☐ Le monde particulier de la CEM

- ☐ Les essais en puissance réelle restent indispensables, mais dans un environnement déjà appréhendé et avec des risques (normalement) identifiés

Des exemples



Des exemples

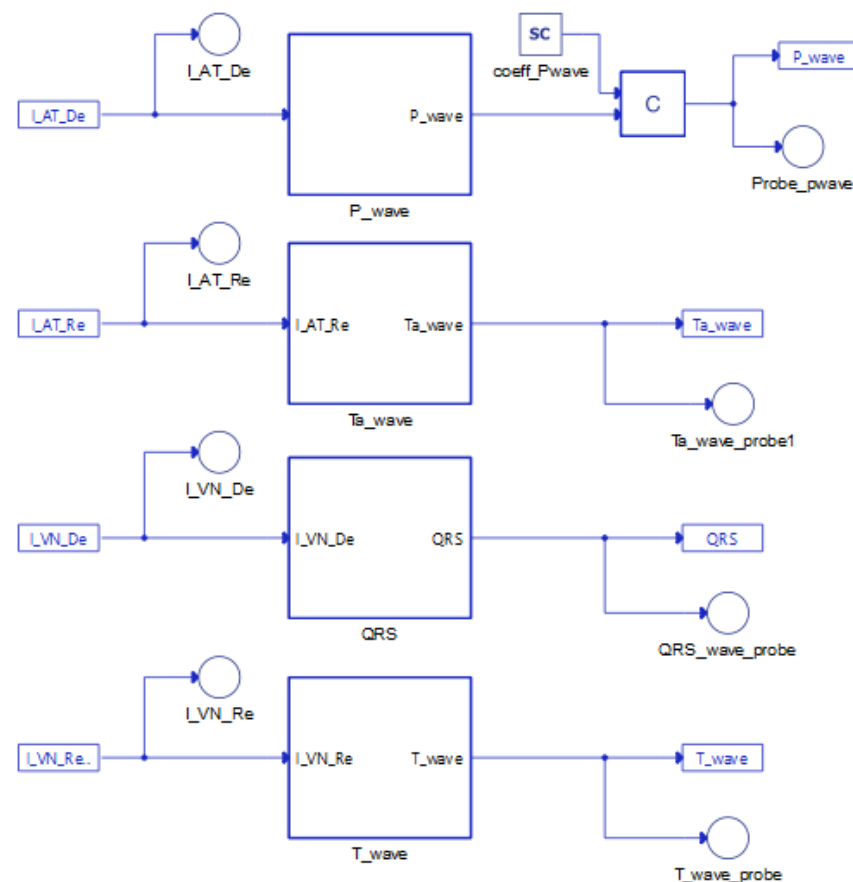
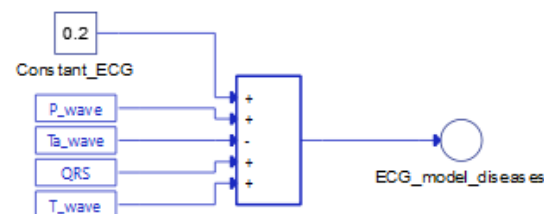
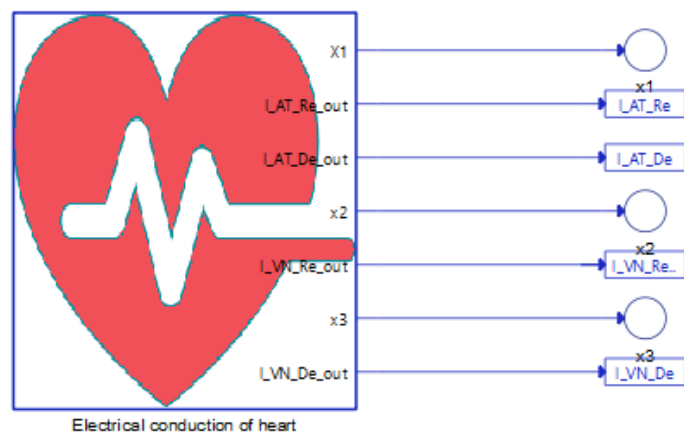
1-Votre propre cœur

Project: Heart with pacemaker

Authors: Chiara di Mascio, Giambattista Grusso

Organization: Politecnico di Milano- Dipartimento di elettronica informazione e bioingegneria

Contact: giambattista.grusso@polimi.it



Des exemples

1-Votre propre cœur



Des exemples

2-Le réseau électrique de votre maison, des sources, des charges

- ❑ Modèle créé par mes collègues américains
- ❑ Un modèle classique avec installation PV, stockage sur batteries et diverses charges : four, réfrigérateur, chauffe-eau...

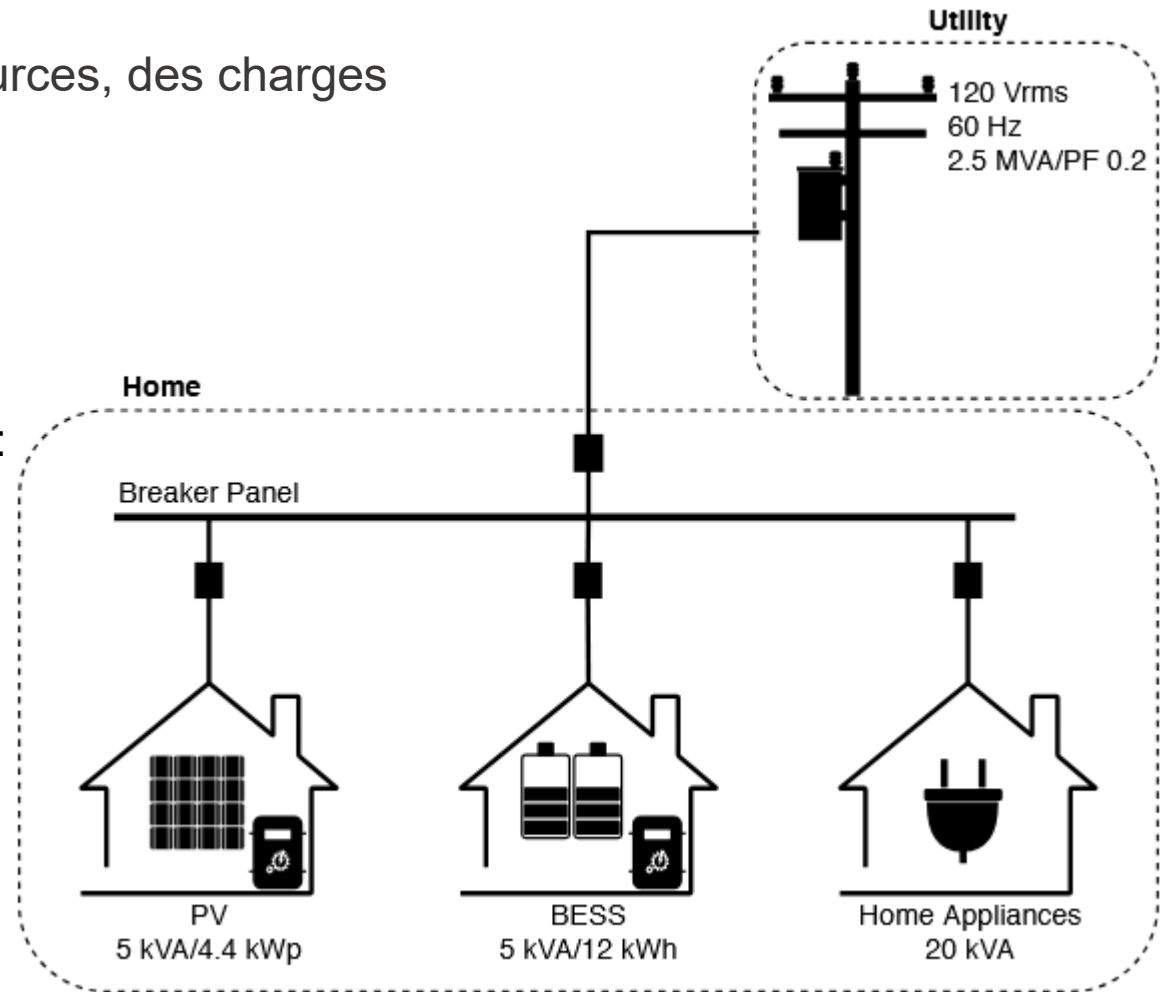
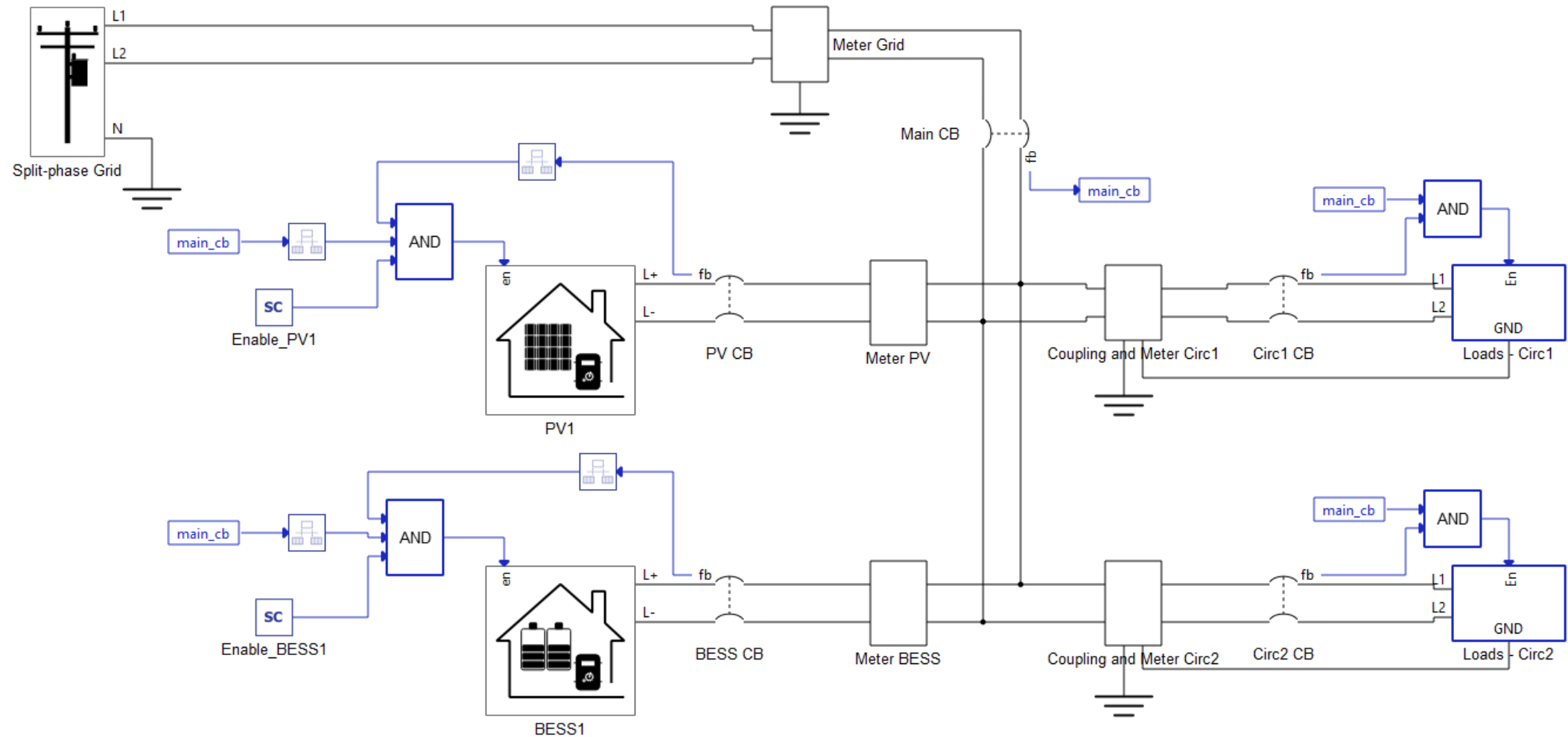


Figure 1. Single-line diagram of the Residential Energy Example.

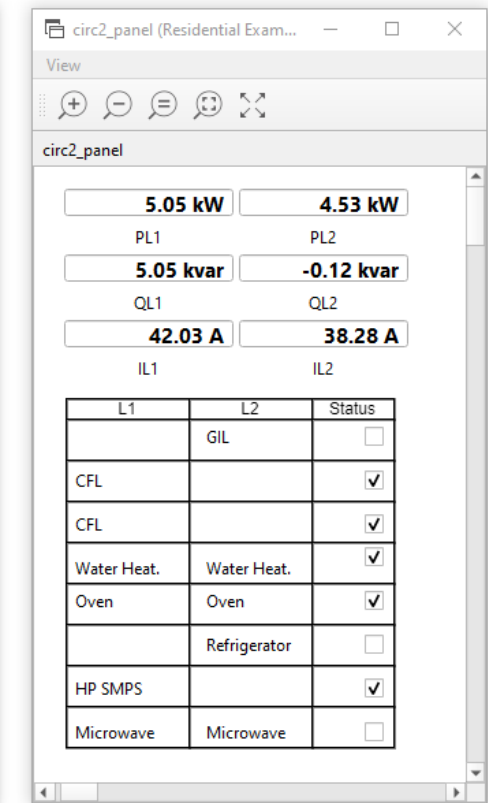
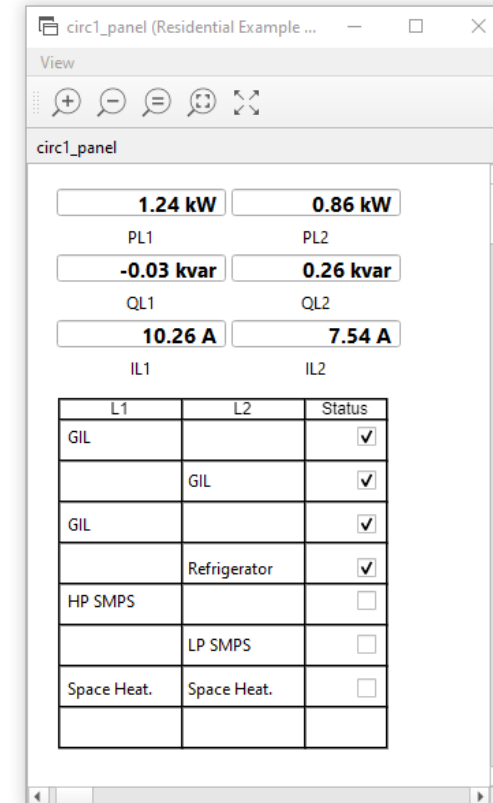
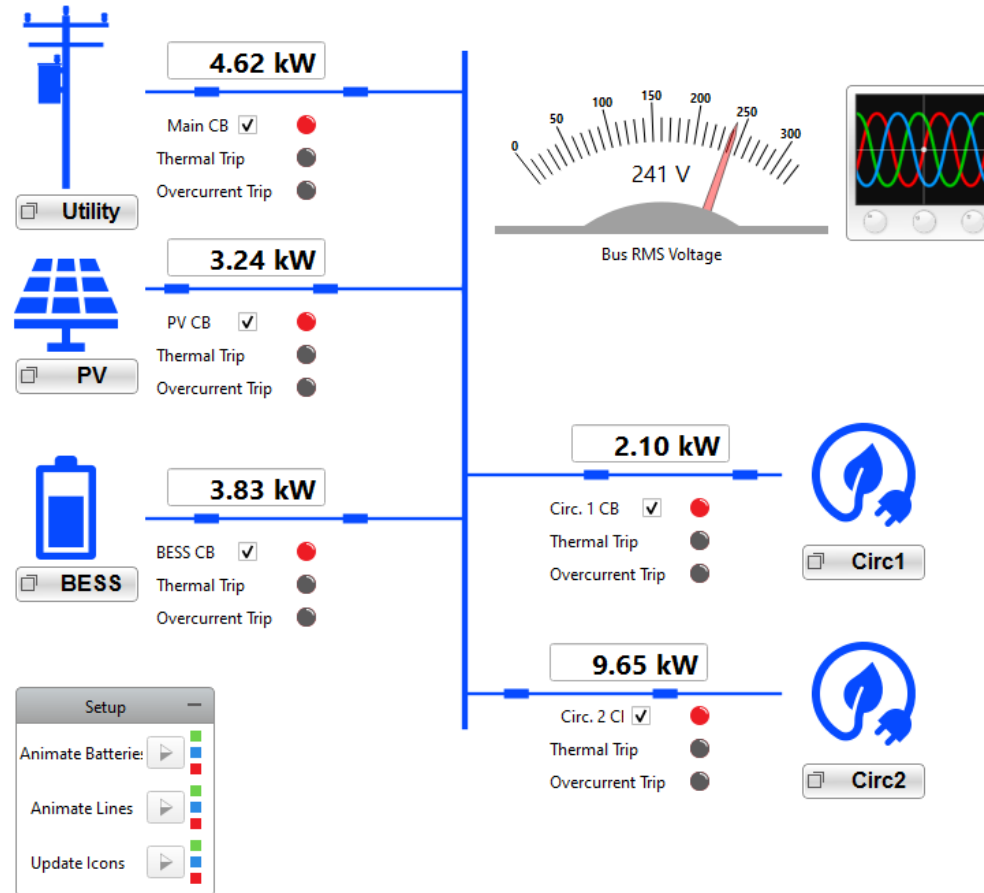
Des exemples

2-Le réseau électrique de votre maison, des sources, des charges



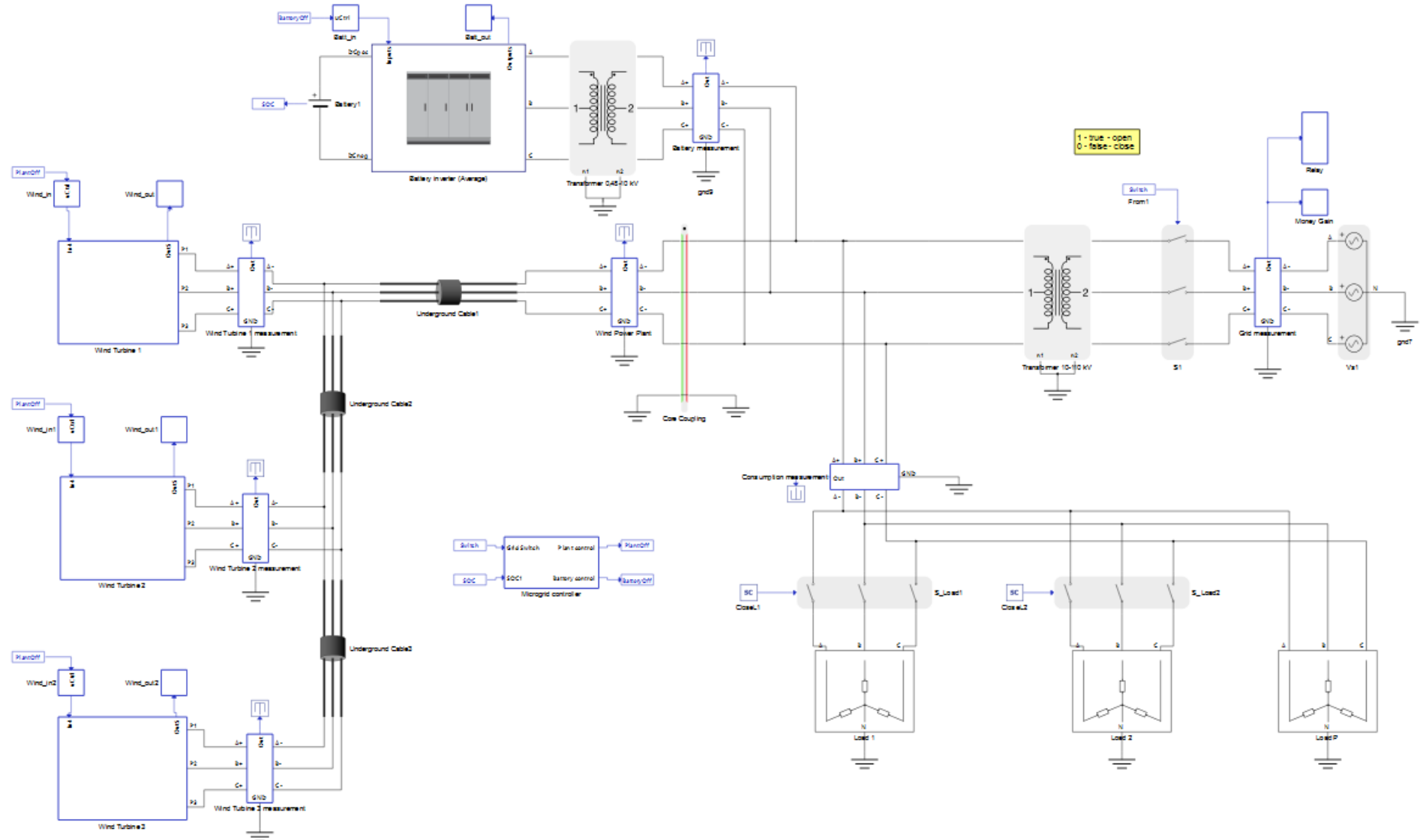
Des exemples

2-Le réseau électrique de votre maison, des sources, des charges



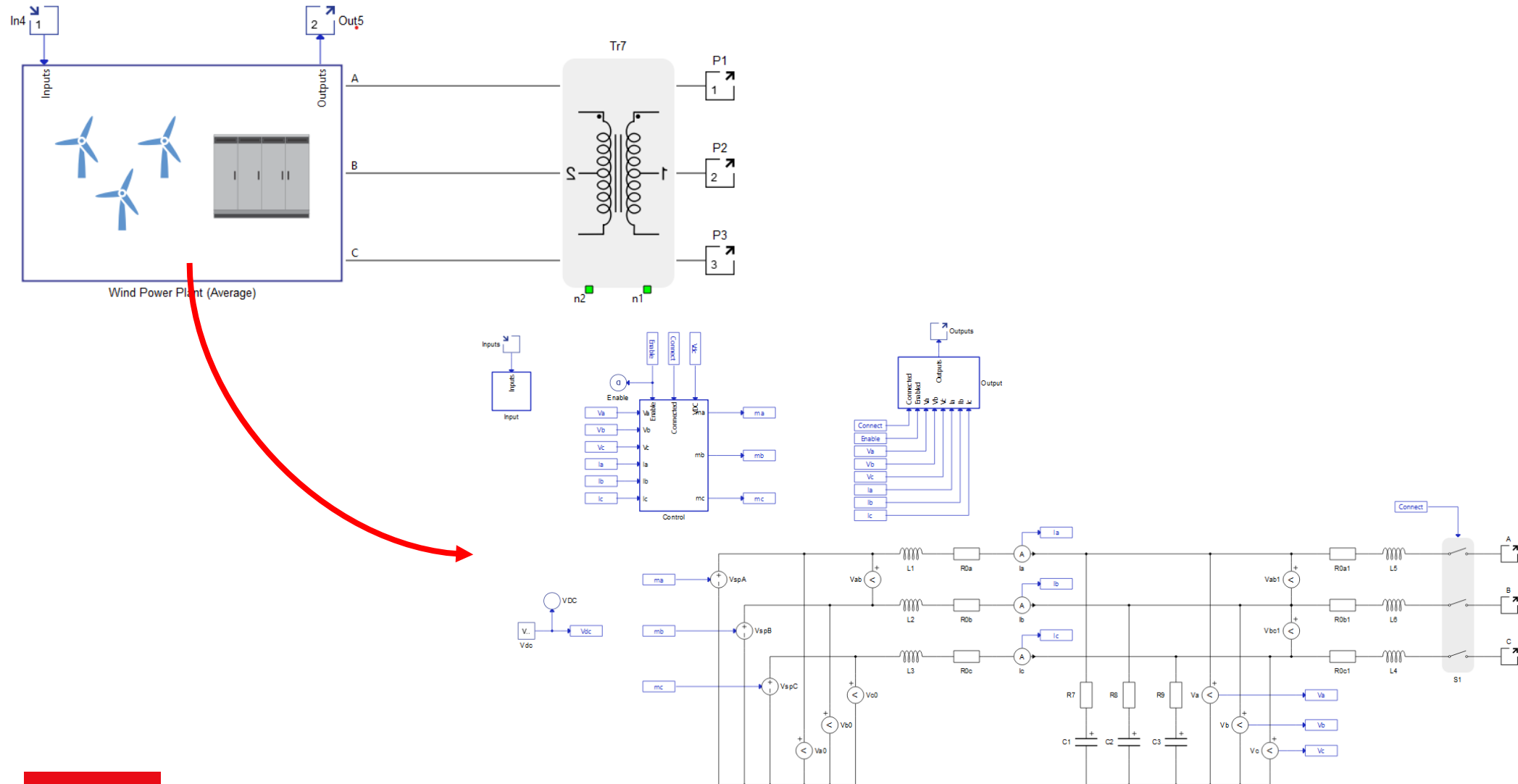
Des exemples

3-Gagner de l'argent avec une ferme éolienne



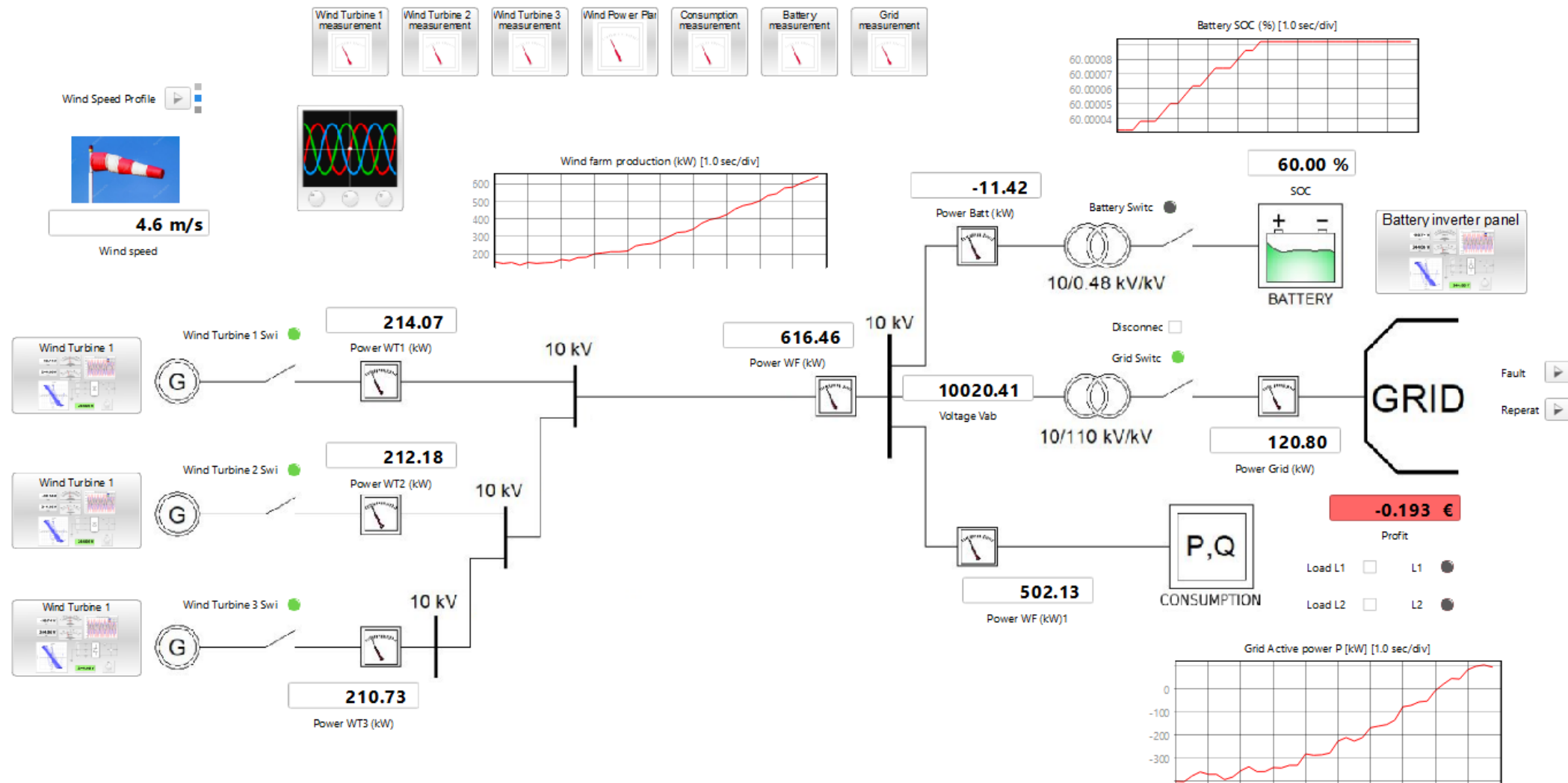
Des exemples

3-Gagner de l'argent avec une ferme éolienne



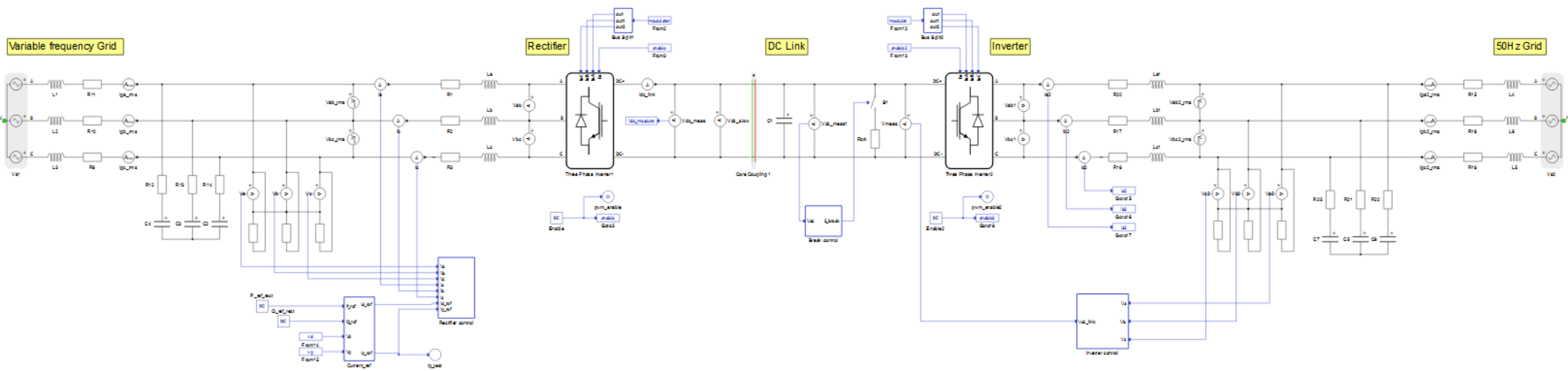
Des exemples

3-Gagner de l'argent avec une ferme éolienne



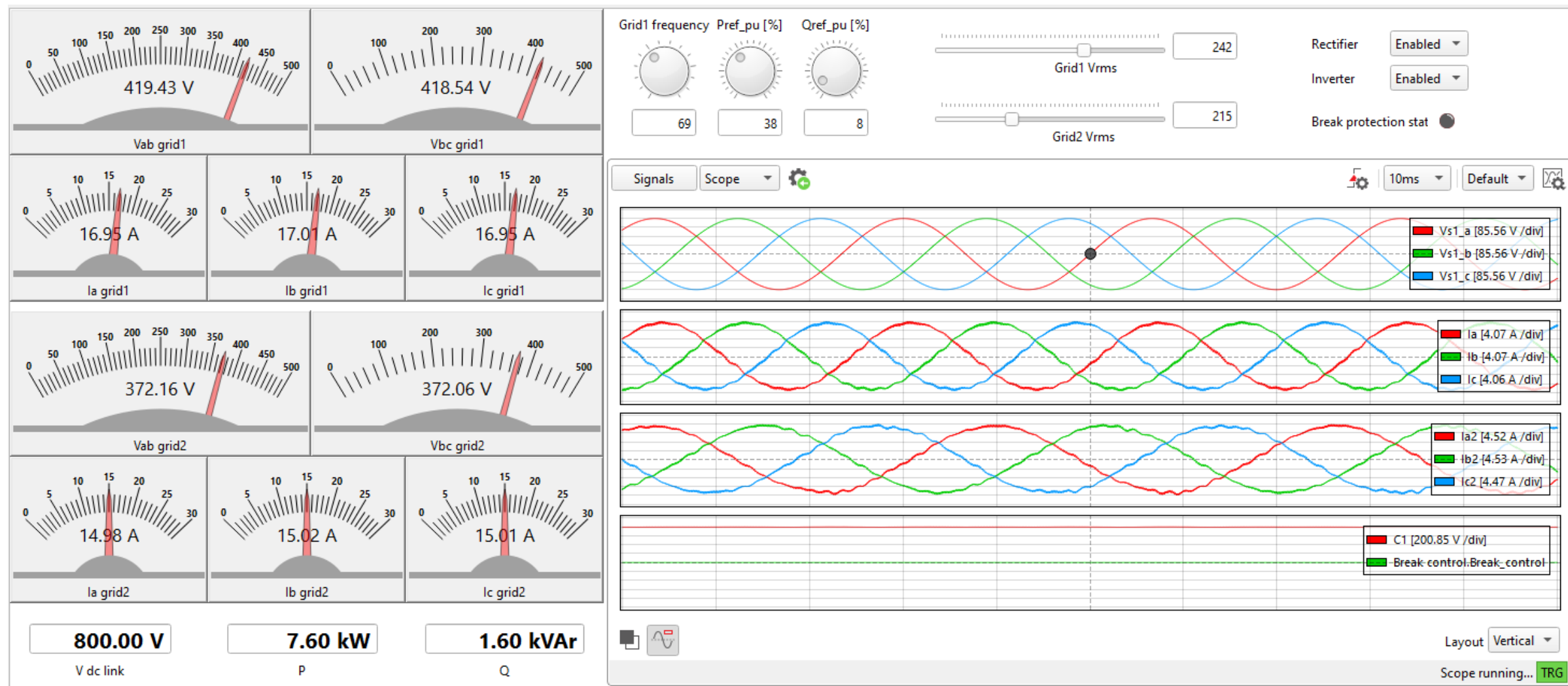
Des exemples

4-Valider un convertisseur électronique



Des exemples

4-Valider un convertisseur électronique



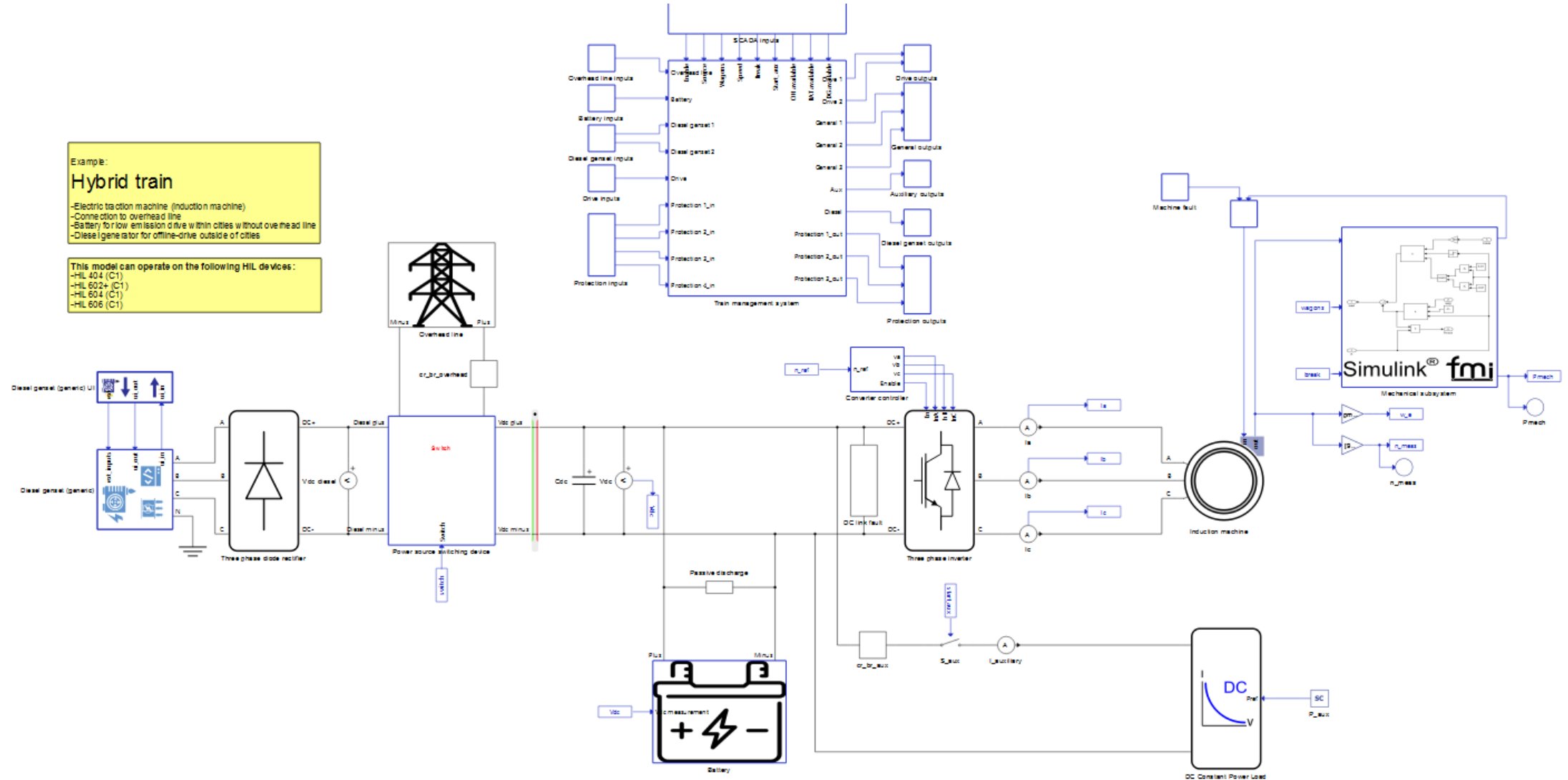
Des exemples

4-Valider un convertisseur électronique



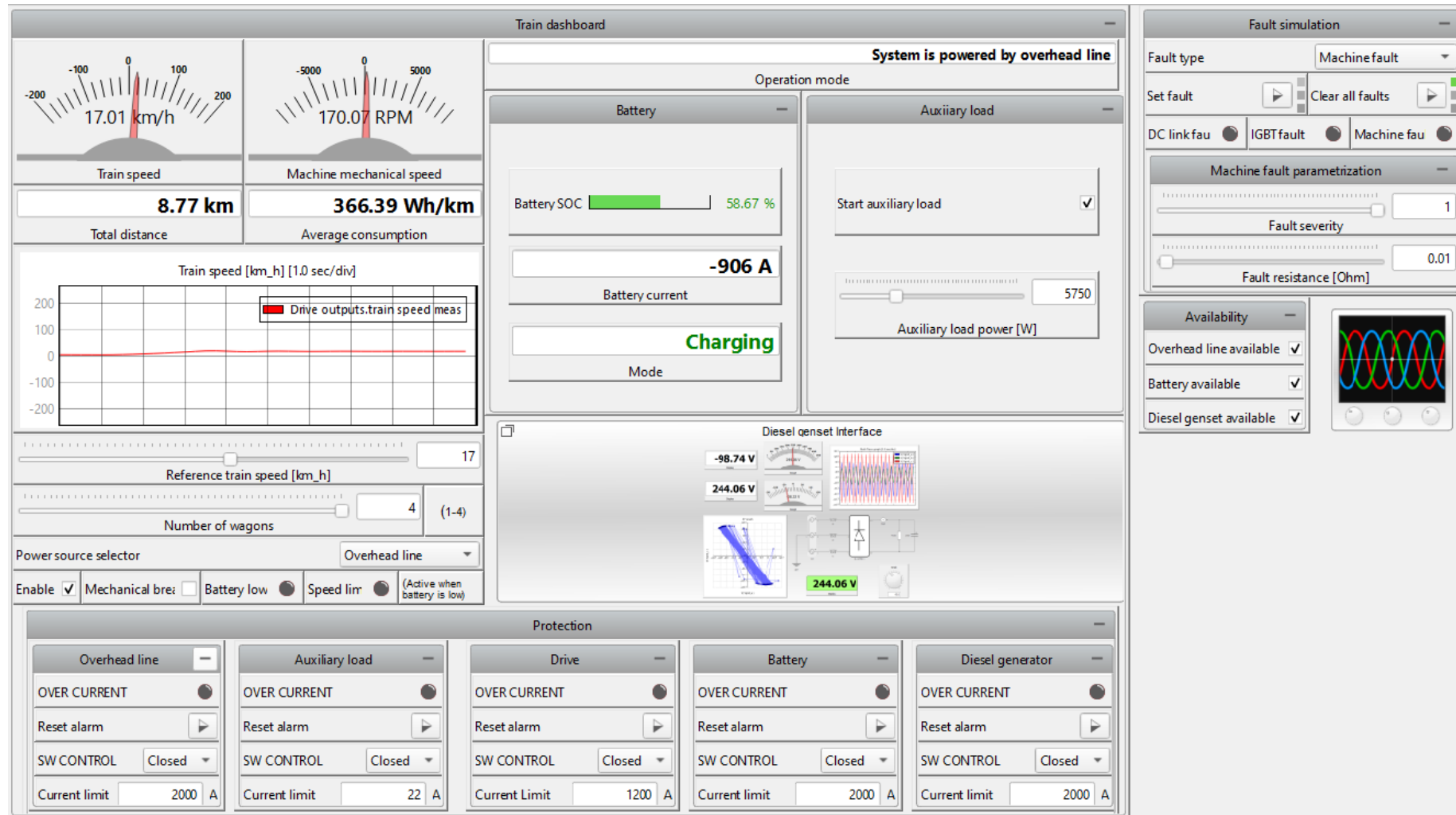
Des exemples

5-Gérer l'énergie sur un train à propulsion hybride



Des exemples

5-Gérer l'énergie sur un train à propulsion hybride

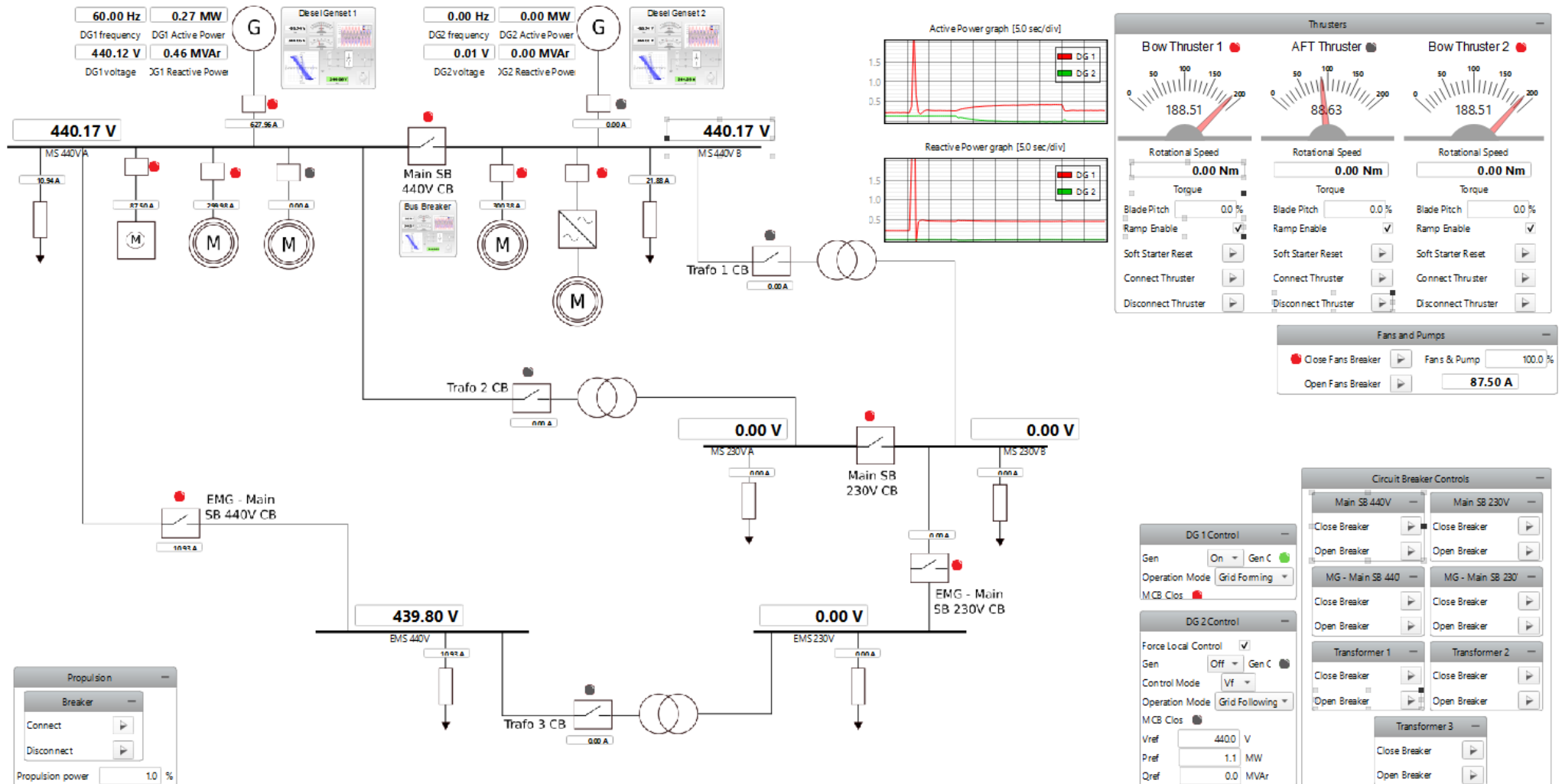


6-Piloter un navire à propulsion électrique



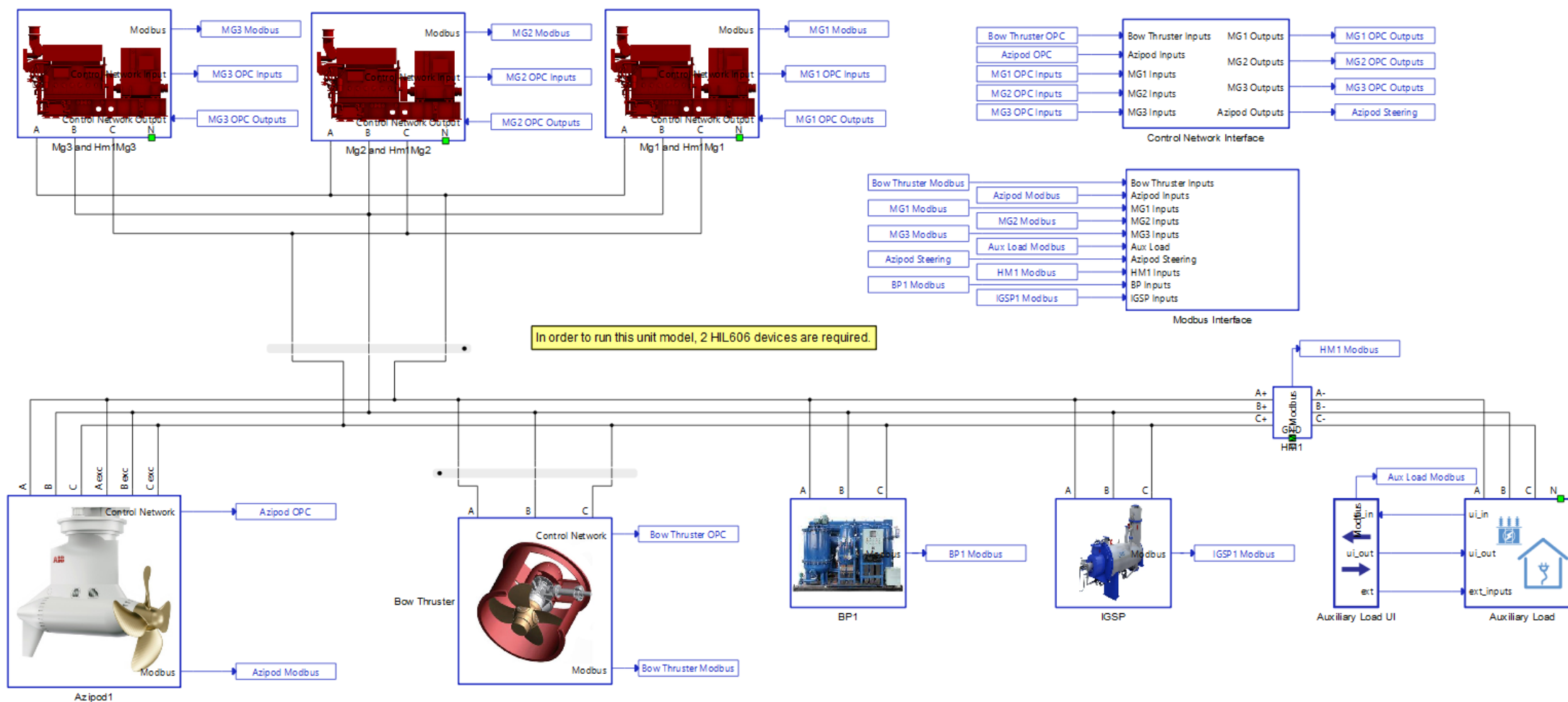
Des exemples

6-Piloter un navire à propulsion électrique



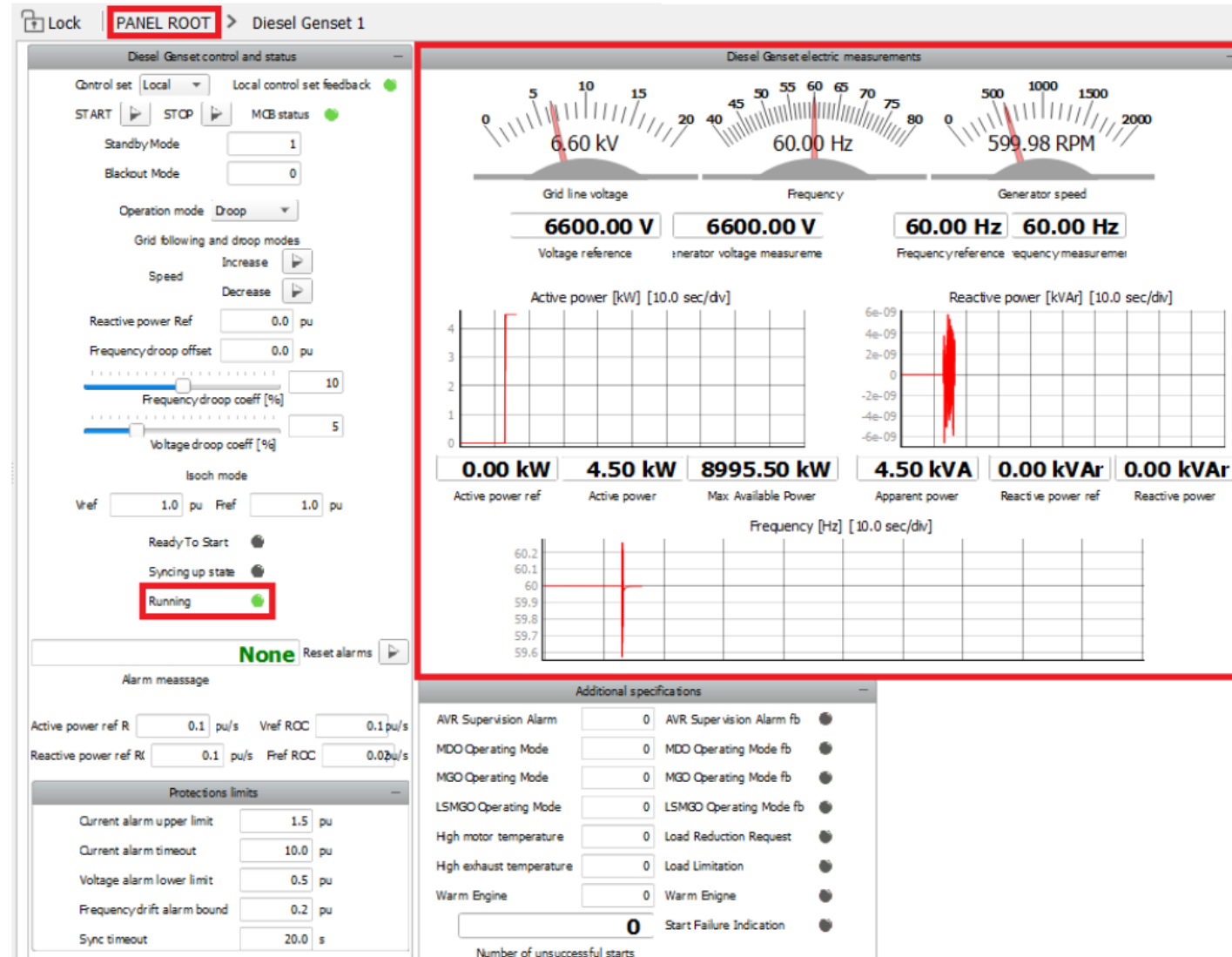
Des exemples

7-Simulation complète d'un navire



Des exemples

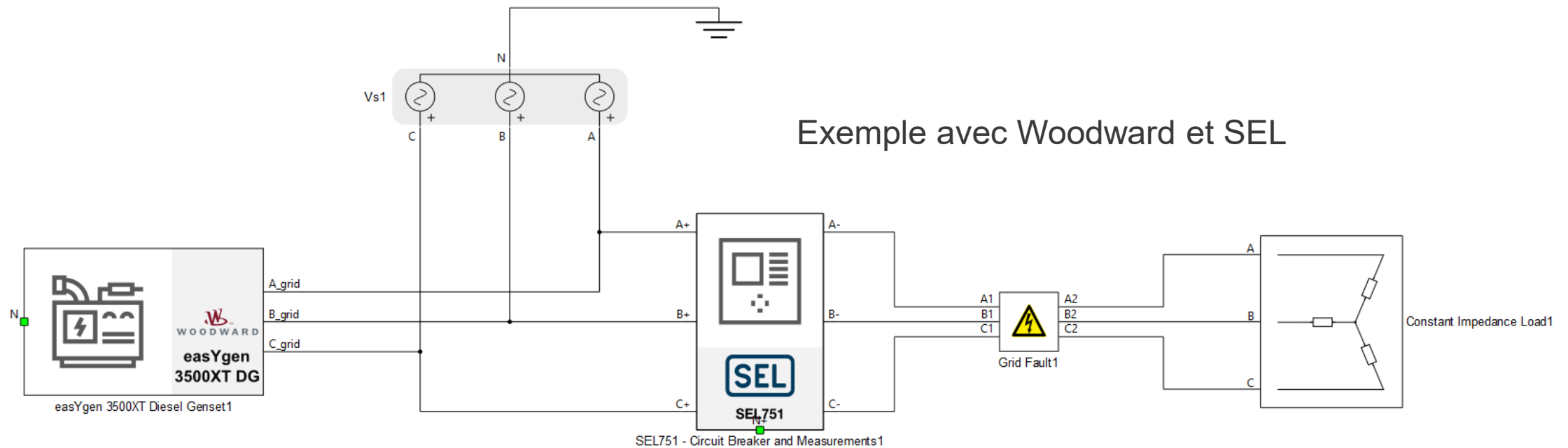
7-Simulation complète d'un navire



Pour aller plus loin

Pour aller plus loin

Une complémentarité avec d'autres outils, utiliser des outils « HIL Compatible »

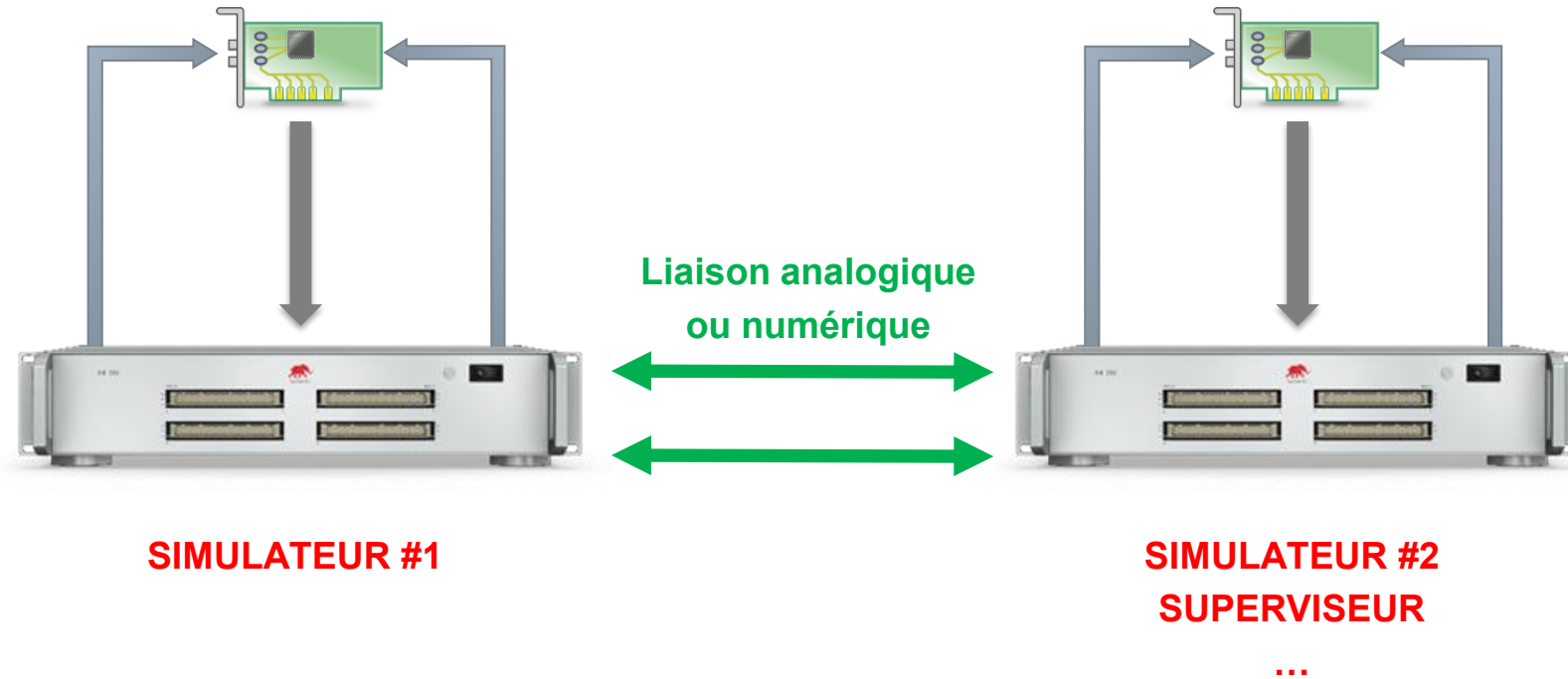


La notion de HIL Compatible : interférer directement avec les outils / contrôleurs d'autres constructeurs comme SEL, Woodward, Socomec, ABB, Danfoss, PE...

TH n'intervient que pour simuler l'environnement du contrôleur réel de produits réels : l'utilisateur peut ainsi directement vérifier l'intégration d'un produit tiers dans son propre projet.

Pour aller plus loin

Travailler avec d'autres outils, la co-simulation



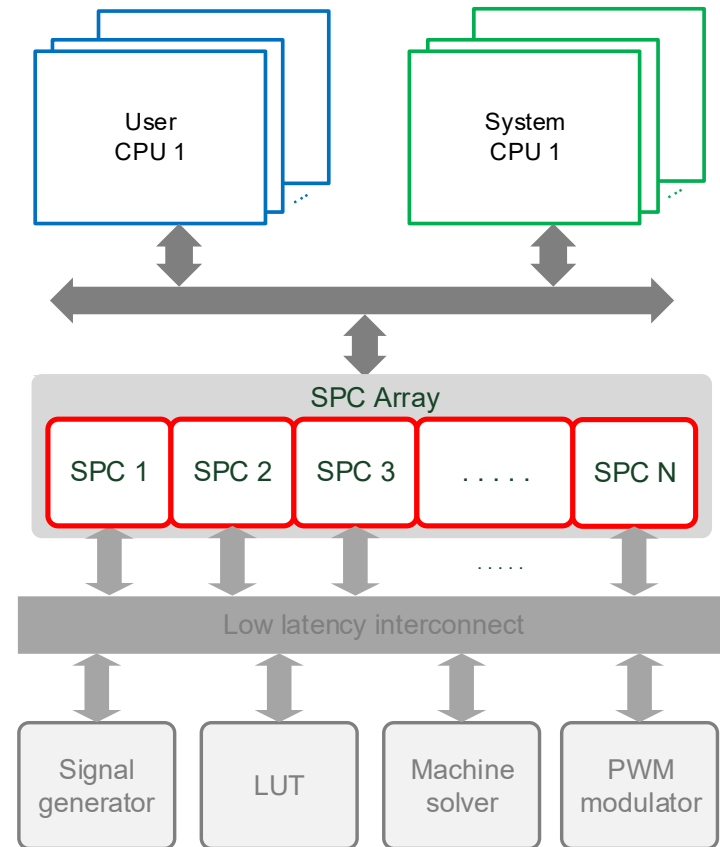
Des exemples...

https://www.typhoon-hil.com/documentation/typhoon-hil-application-notes/References/openss_power_flow_co_simulation.html

Pour aller plus loin

Architecture générale d'un simulateur

- ❑ **Tous nos modèles sont construits autour d'un composant programmable (FPGA) et de processeurs (ARM)**
- ❑ **Notre solution utilise le solveur Typhoon**
 - Utilisé dans l'industrie depuis 2009
 - Capable de supporter une large palette de modèles
 - Un pas de simulation jusqu'à 25ns (200ns typique)
 - Tests de très longue durée
- ❑ **Il est obligatoirement allié à de la connectivité**
 - Des E/S analogiques et numériques à haute vitesse et de grande précision
 - Des protocoles industriels « standards »

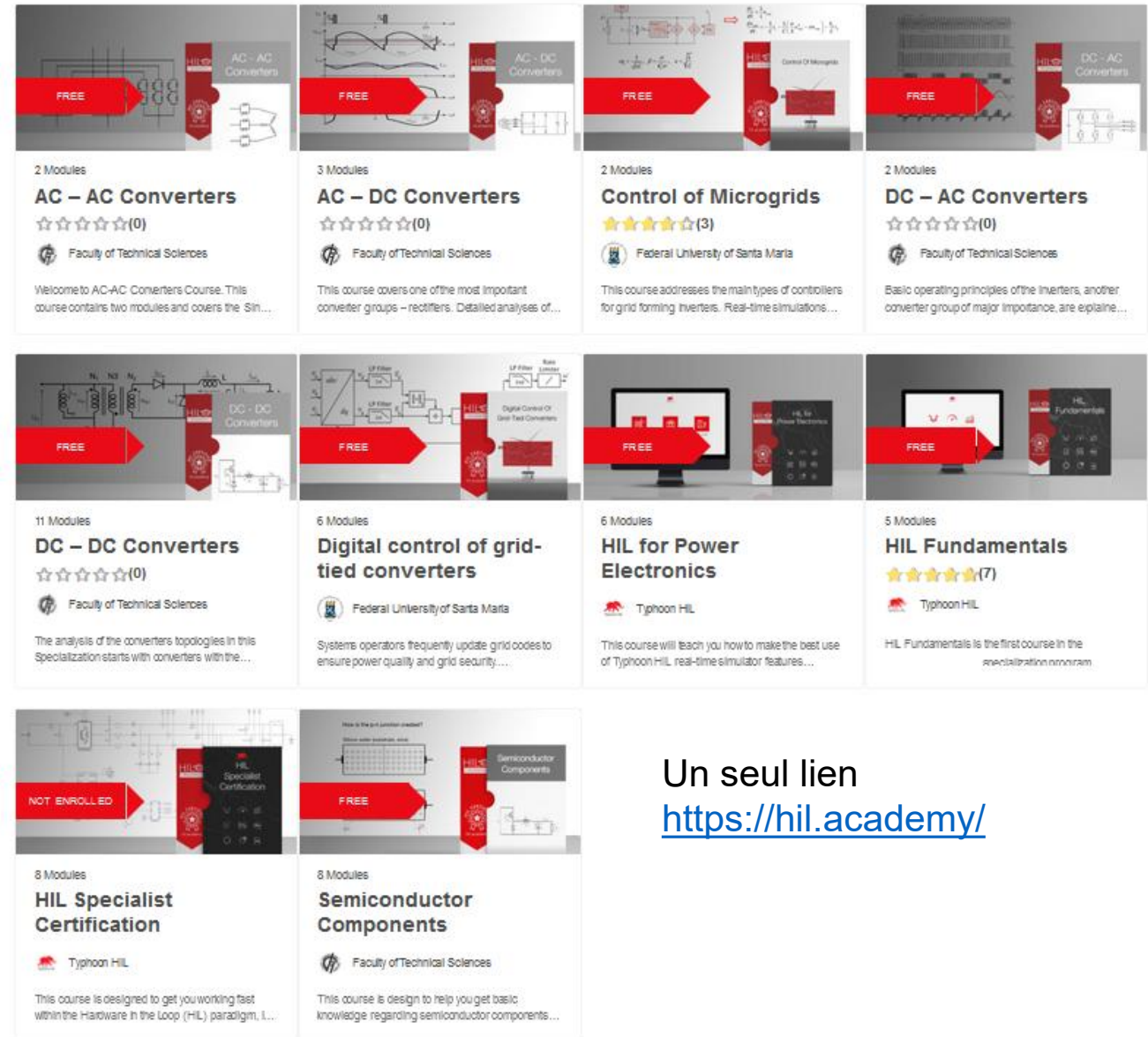


Pour aller plus loin

Le parcours de formation gratuit



- Un ensemble de modules de formation de base
 - réalisé par des universités partenaires ou par Typhoon HIL
 - sous forme de leçons et d'un quizz
- Inscription gratuite
- Des ensembles de spécialisation
 - « Converters circuits fundamentals »
 - « HIL specialist 2.0 »



Un seul lien

<https://hil.academy/>

Merci de votre attention



Michel GUENAT

Responsable commercial et dirigeant
Typhoon Hil France

michel.guenat@typhoon-hil.com

