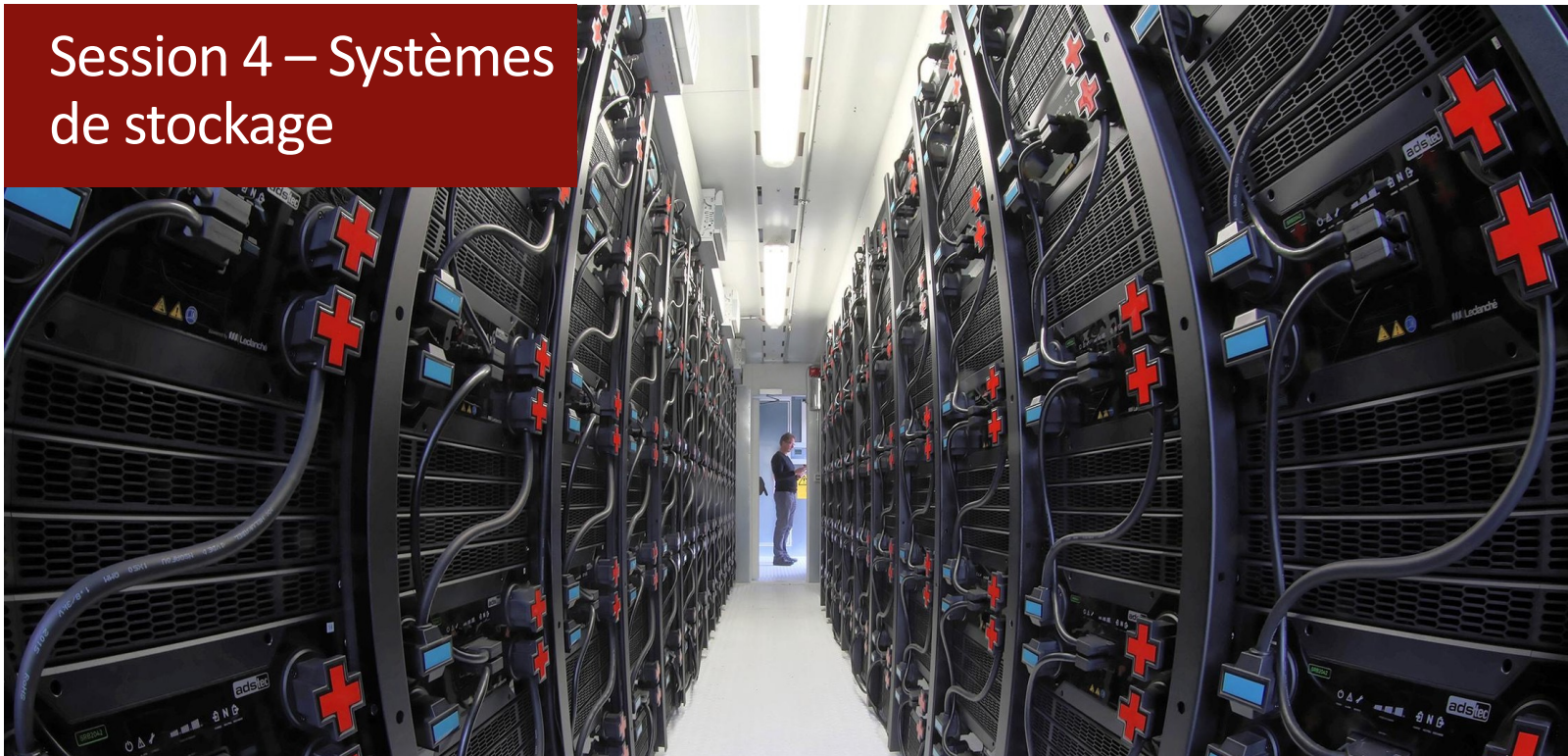


## Session 4 – Systèmes de stockage



EE-390b TP en Conversion d'Énergie

Sylvain Robert, Simone Rametti

# Session 4 : Systèmes de stockage

- Généralités sur les systèmes de stockage
  - Stockage électrochimique
  - Stockage chimique
  - Stockage mécanique
  - Puissance spécifique et énergie spécifique
- Généralités sur les batteries Lithium
  - Constitution
  - Caractéristiques principales
  - Schéma équivalent
  - Efficacités
- Expérience
  - Présentation du VI
  - Analyse des courbes

# Généralités sur les systèmes de stockage

## Stockage électrochimique

- Batteries

- plomb-acide
- nickel-cadmium
- nickel-MH
- lithium-ion (Li-Ion)
- lithium-polymère
- lithium-air
- sodium-soufre



- Supercapacités

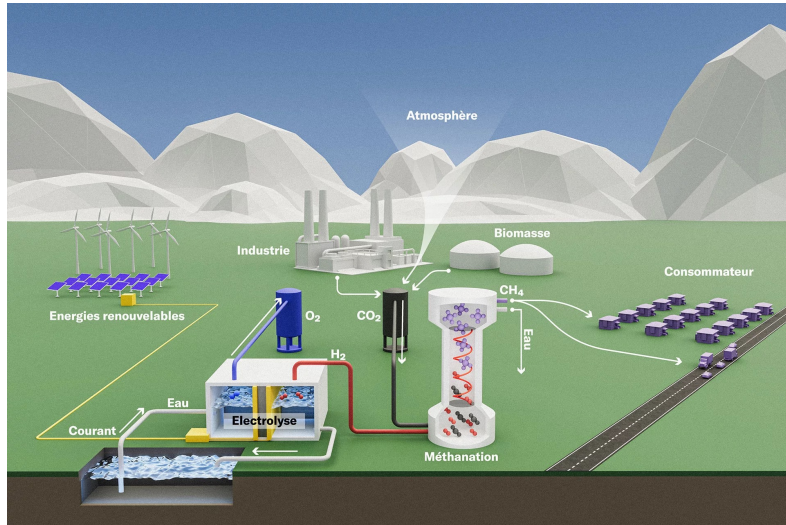
- Piles



# Généralités sur les systèmes de stockage

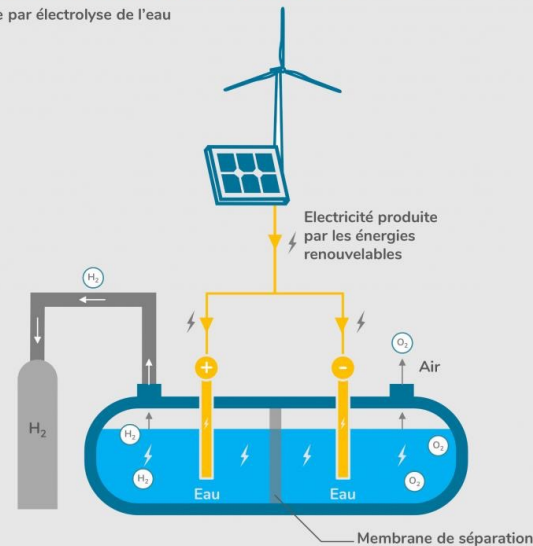
## Stockage chimique

- Hydrogène
- Autre gaz...

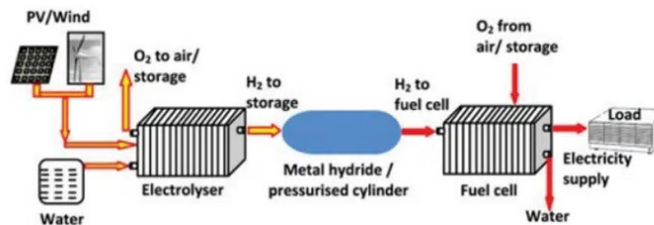


### PRINCIPE DU STOCKAGE DE L'ÉLECTRICITÉ VIA L'HYDROGÈNE

Production d'hydrogène par électrolyse de l'eau



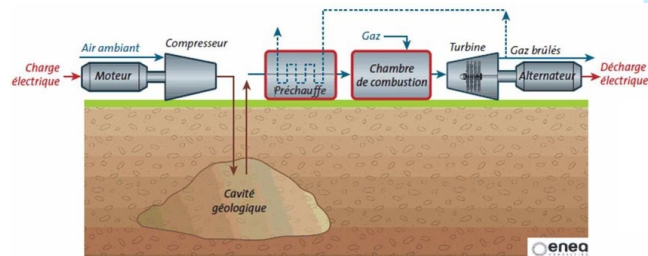
© Bruxelles Environnement



# Généralités sur les systèmes de stockage

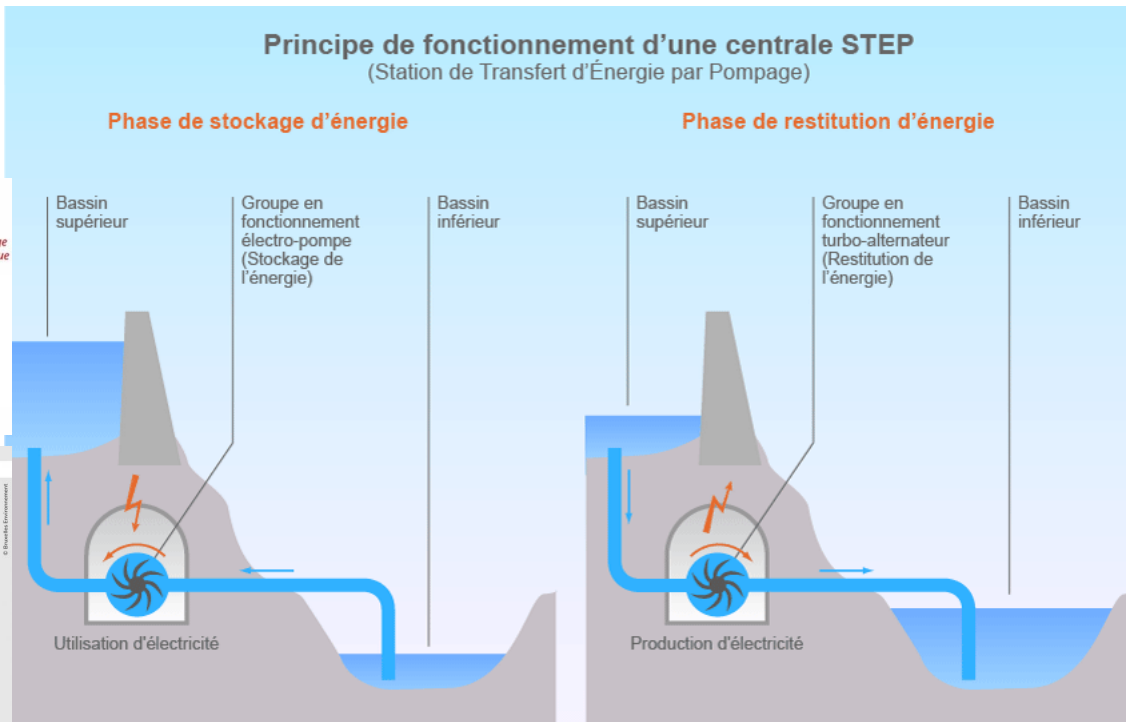
## Stockage mécanique

- Station de pompage
- Par air comprimé
- Par inertie
- ...

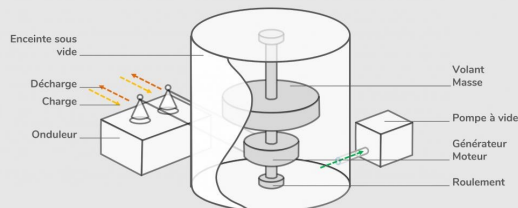


Phase de stockage d'énergie

Phase de restitution d'énergie



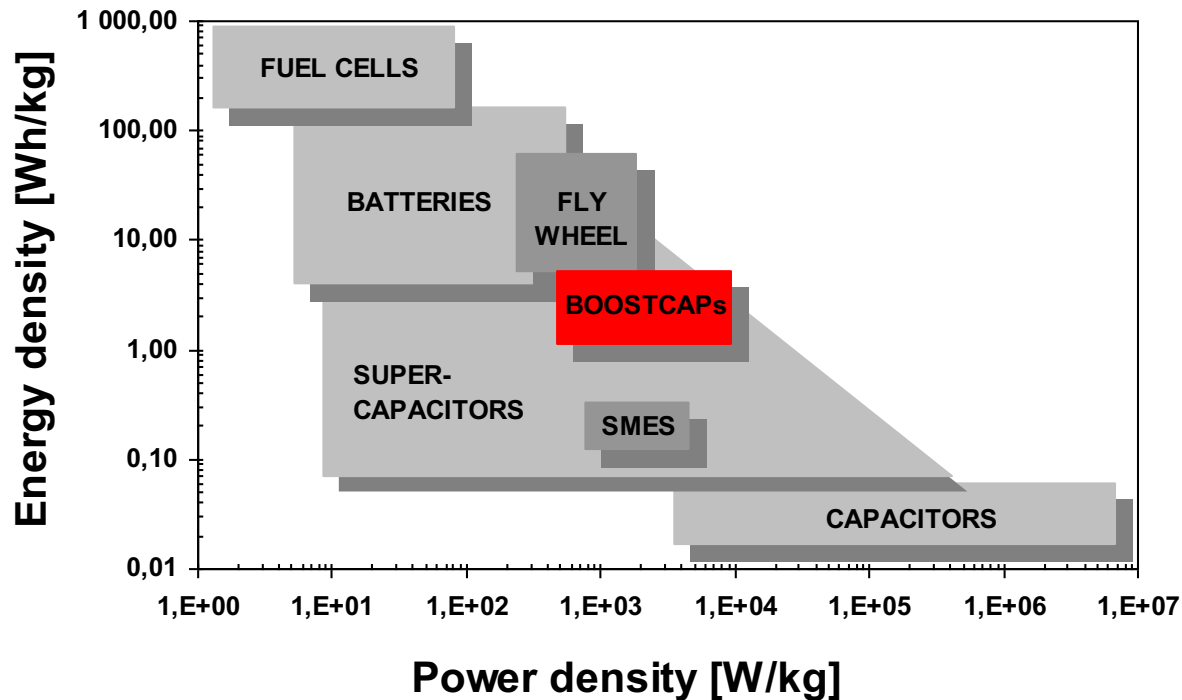
FONCTIONNEMENT D'UN VOLANT D'INERTIE



# Généralités sur les systèmes de stockage

## Puissance spécifique et énergie spécifique

- Diagramme de Ragone

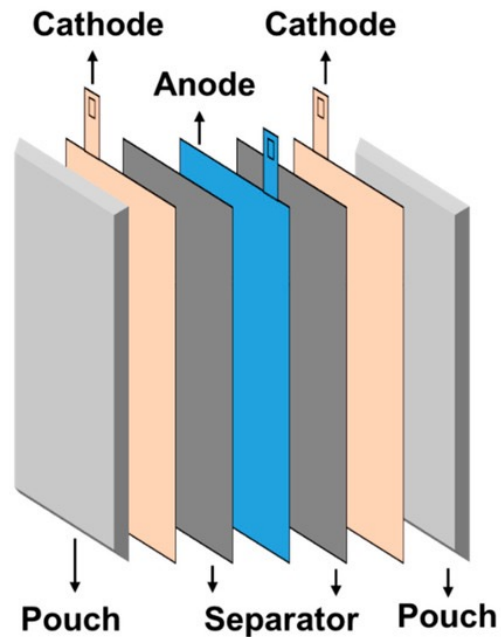




# Généralités sur les batteries Lithium

## Constitution

- Anode
- Cathode
- Séparateur
- Connexion
- Emballage (pouch)



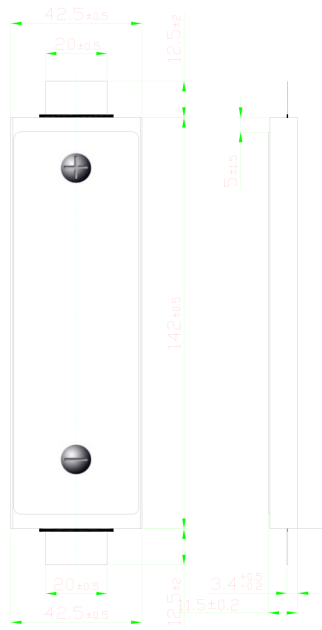
# Généralités sur les batteries Lithium

## Caractéristiques principales

- Cas de la cellule Kokam

**Kokam™**
*Global Leader in Power Solution*

### Cell Specification of SLPB 11543140H5



● Typical Capacity <sup>1)</sup>		<b>5.0 Ah</b>
● Nominal Voltage		<b>3.7 V</b>
● Charge Condition	Max. Current	<b>10.0 A</b>
	Voltage	<b>4.2V ± 0.03 V</b>
● Discharge Condition	Continuous Current	<b>150.0 A</b>
	Peak Current	<b>250.0 A</b>
	Cut-off Voltage	<b>2.7 V</b>
● Cycle Life [CHA : 1.0C , DCH : 1.0C]		<b>&gt; 800 Cycles</b>
● Operating Temp.	Charge	<b>0 ~ 40 °C</b>
	Discharge	<b>-20 ~ 60 °C</b>
● Dimension	Thickness (mm)	<b>11.5 ± 0.2</b>
	Width (mm)	<b>42.5 ± 0.5</b>
	Length (mm)	<b>142.0 ± 0.5</b>
● Weight (g)		<b>128.0 ± 4.0</b>

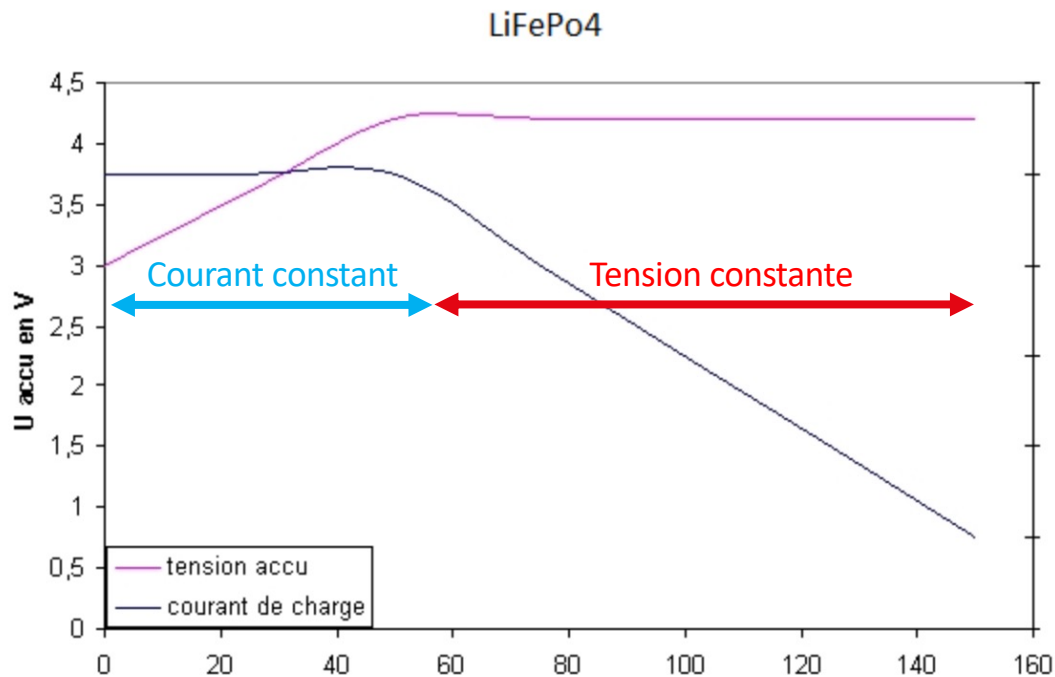
1) Typical Capacity : 0.5C, 4.2 ~ 2.7V @25°C



# Généralités sur les batteries Lithium

## Caractéristiques principales

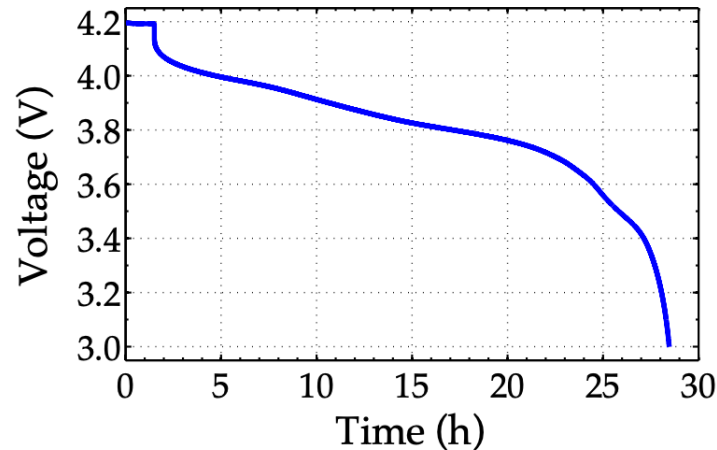
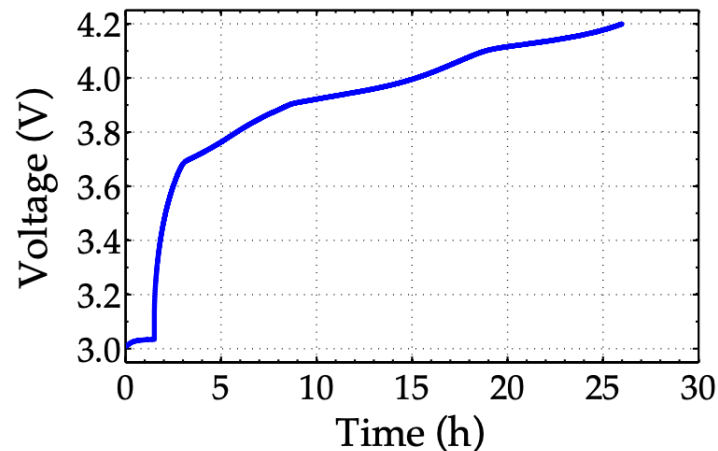
- Charge «classique» : 2 phases



# Généralités sur les batteries Lithium

## Caractéristiques principales

- Charge / Décharge



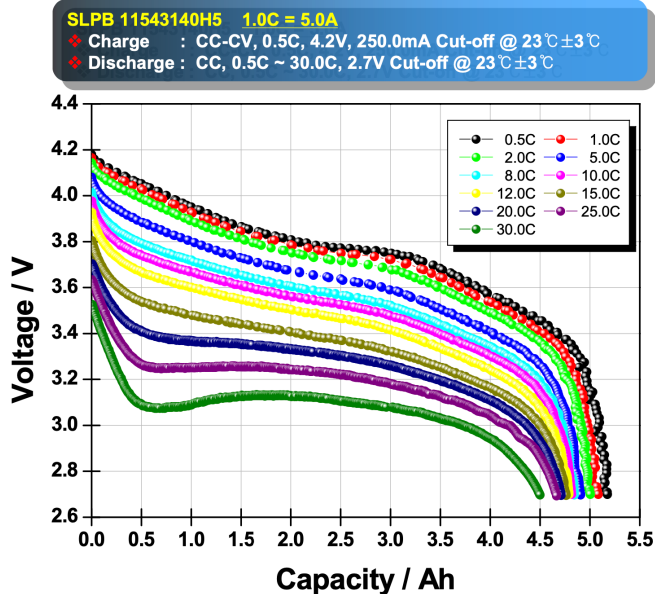
# Généralités sur les batteries Lithium

## Caractéristiques principales

- Courbe de décharge de la cellule Kokam

**Kokam™***Global Leader in Power Solution*

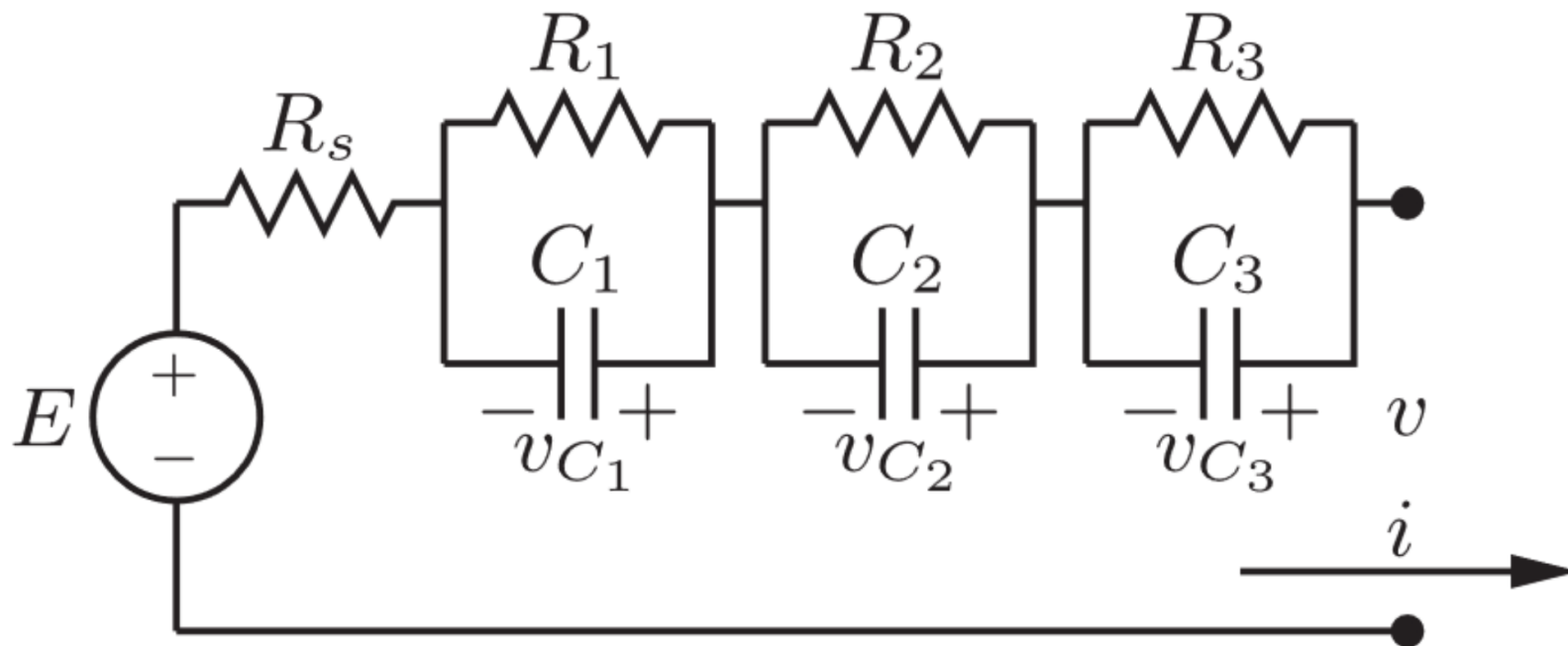
### Discharge Characteristics



# Généralités sur les batteries Lithium

## Schéma équivalent

- La 1<sup>ère</sup> branche représente les cycles de charge et décharge
- Les 2<sup>e</sup>, 3<sup>e</sup> et 4 branches représentent les phénomènes de redistribution



# Généralités sur les batteries Lithium

## Efficacités

Les batteries et capacités sont caractérisées par 2 efficacités :

- Efficacité de charge

$$\eta_c = \frac{\int_0^{t_d} i(t) dt}{\int_0^{t_c} i(t) dt}$$

$t_d$  = temps pour atteindre la tension minimale durant la décharge

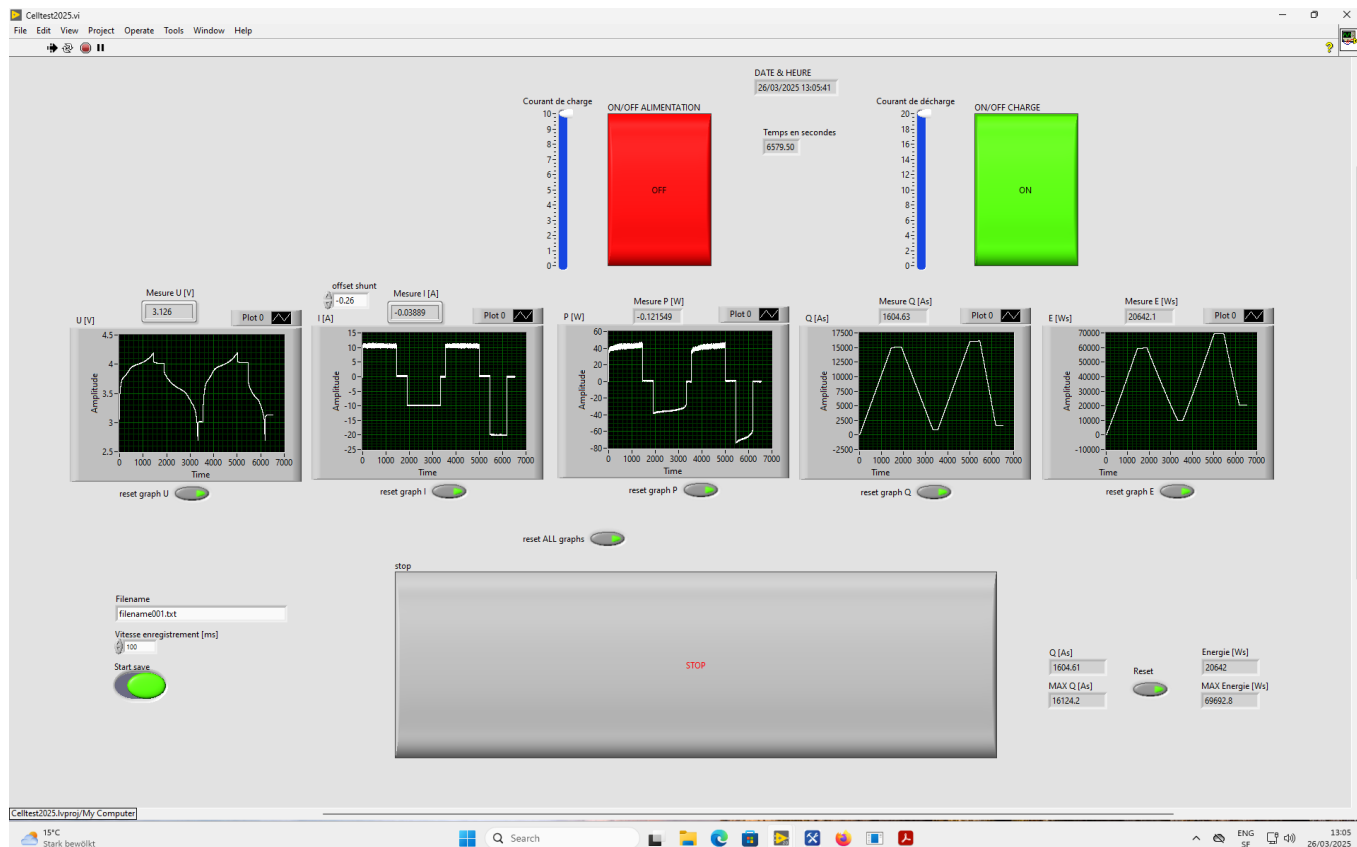
- Efficacité énergétique

$$\eta_e = \frac{\int_0^{t_d} v(t) i(t) dt}{\int_0^{t_c} v(t) i(t) dt}$$

$t_c$  = temps pour atteindre la tension maximale durant la charge

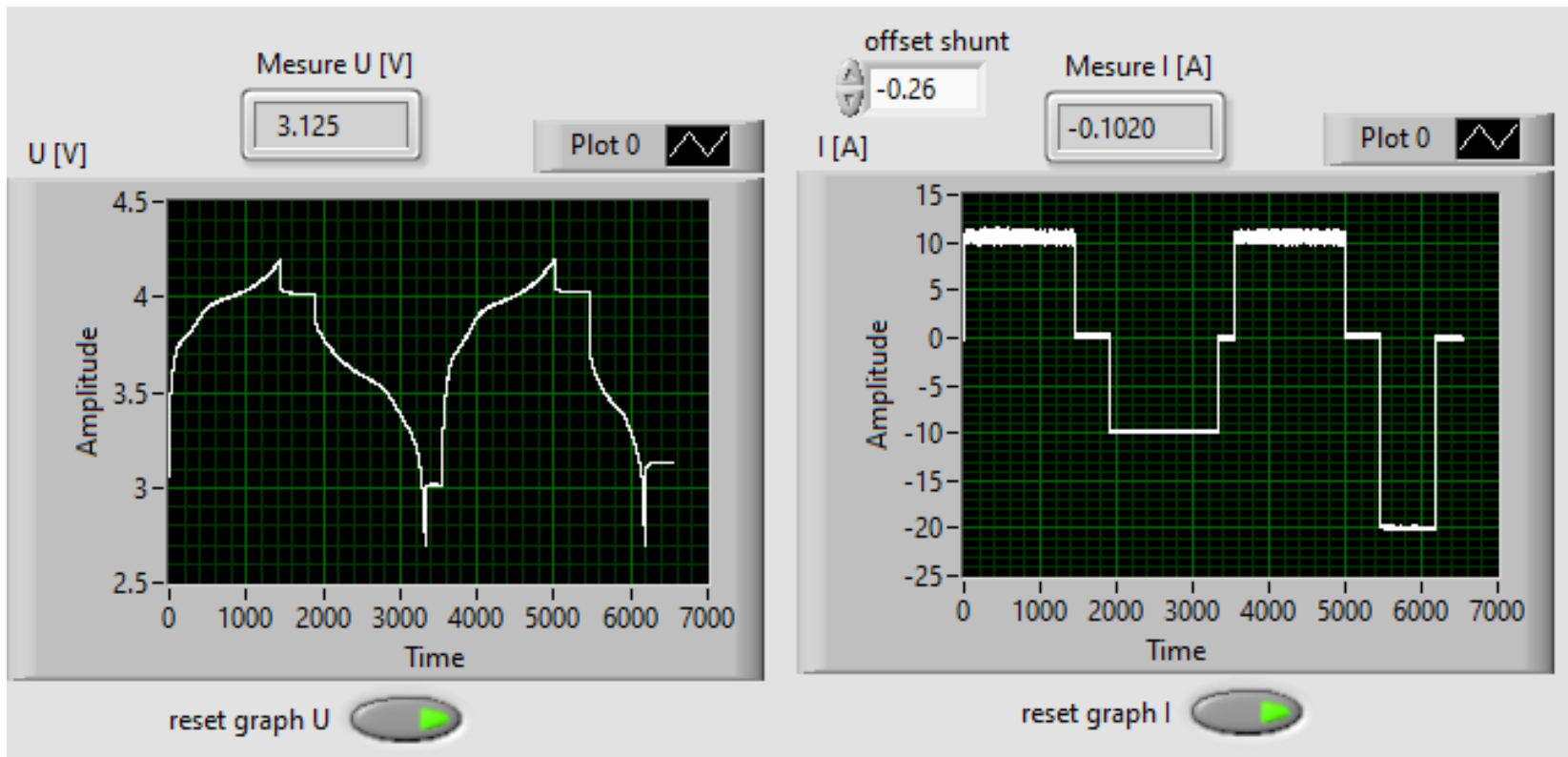
# Expérience

## Présentation du VI



# Expérience

## Analyse des courbes





# Expérience

## Analyse des courbes

