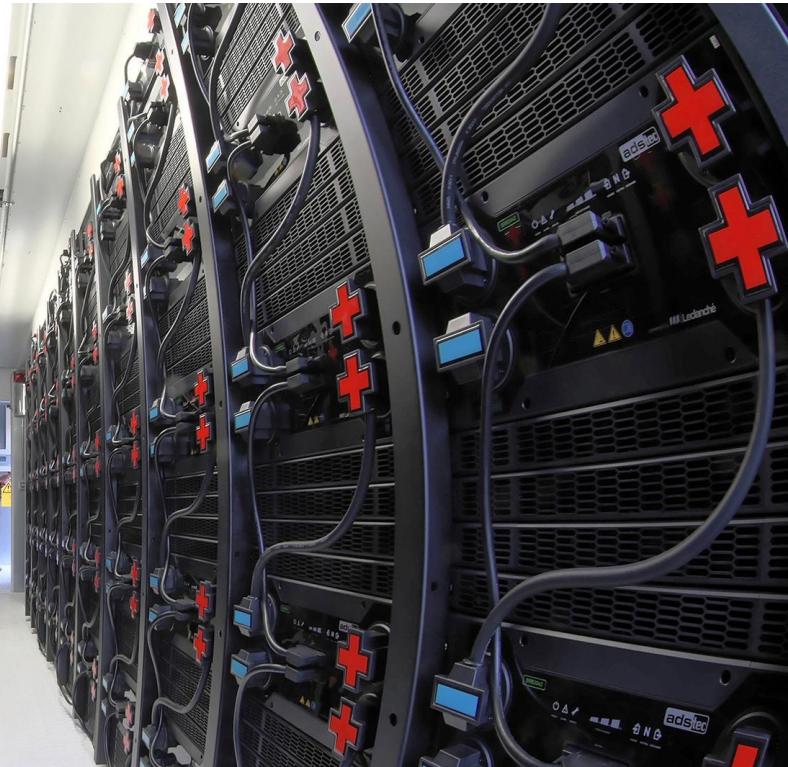
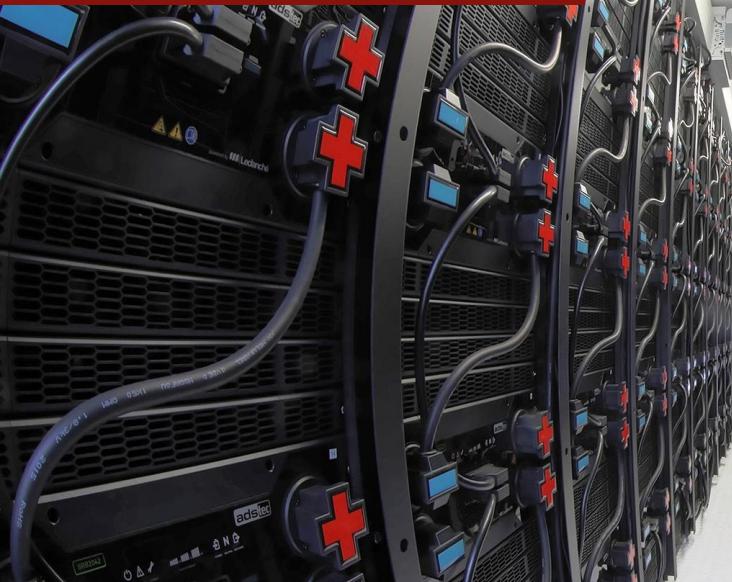


Session 4 – Systèmes de stockage



EE-390b TP en Conversion d'Énergie

Sylvain Robert, Simone Rametti

- 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

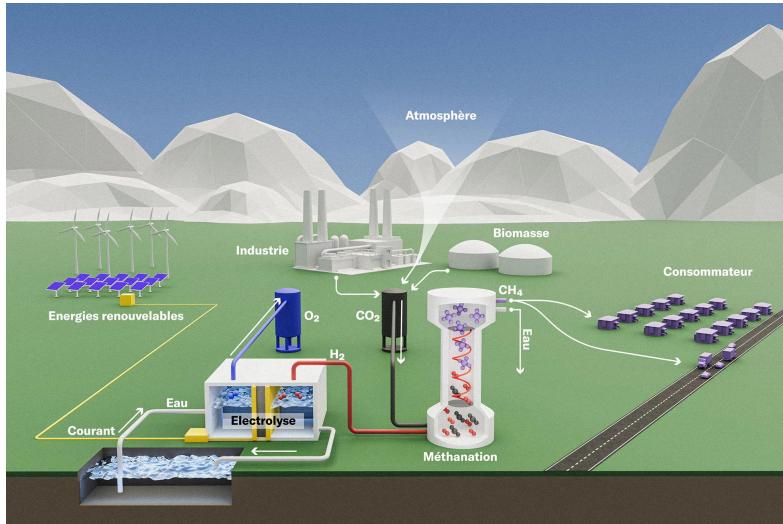
- Batteries
 - plomb-acide
 - nickel-cadmium
 - nickel-MH
 - lithium-ion (Li-Ion)
 - lithium-polymère
 - lithium-air
 - sodium-soufre
- Supercapacités
- Piles



Généralités sur les systèmes de stockage

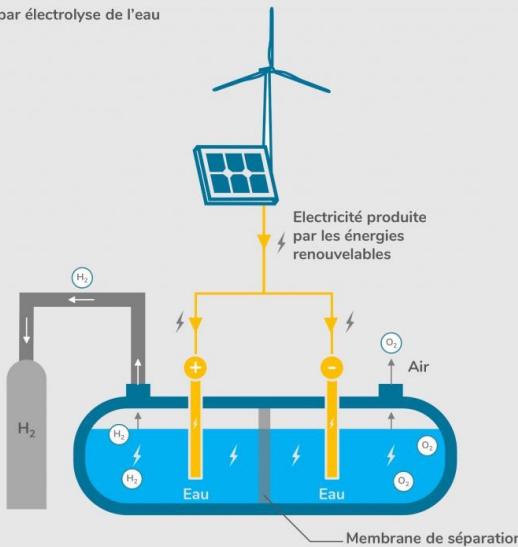
Stockage chimique

- Hydrogène
- Autre gaz...

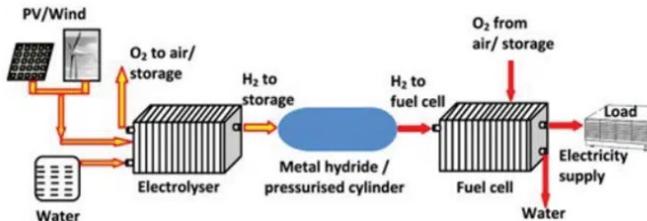


PRINCIPE DU STOCKAGE DE L'ÉLECTRICITÉ VIA L'HYDROGÈNE

Production d'hydrogène par électrolyse de l'eau



© Bruxelles Environnement

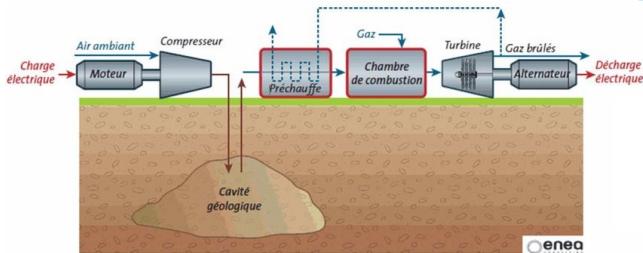


Généralités sur les systèmes de stockage

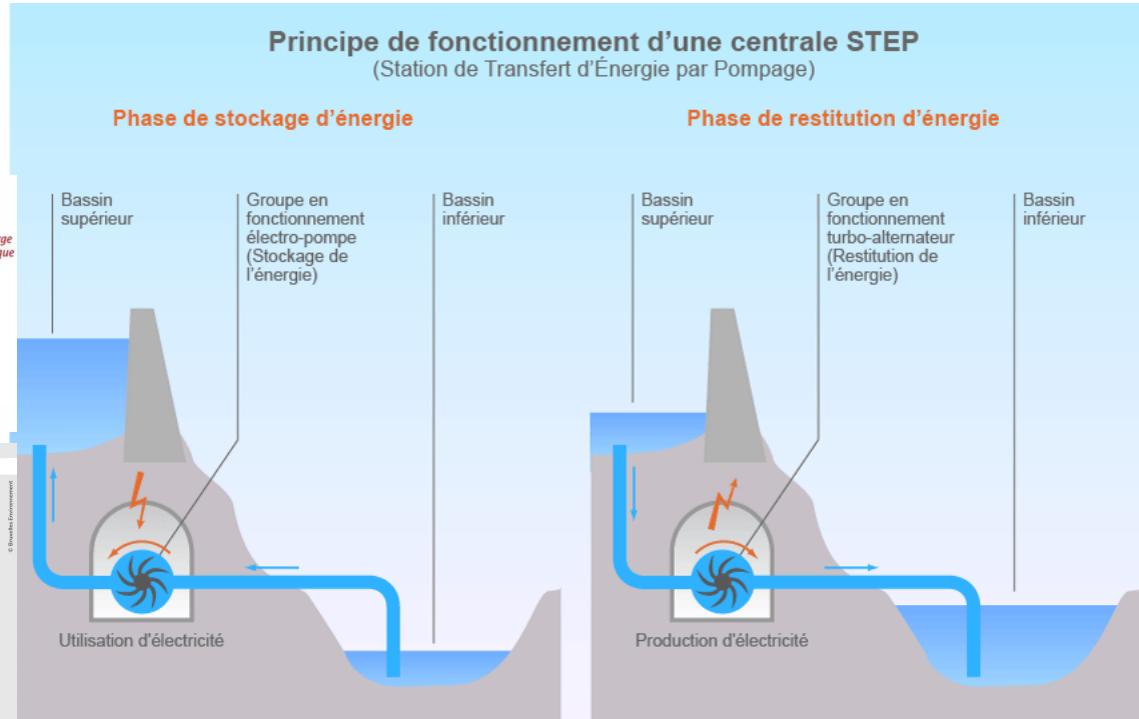
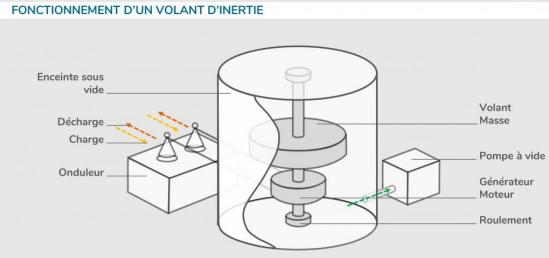
Stockage mécanique

SEL-GE

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



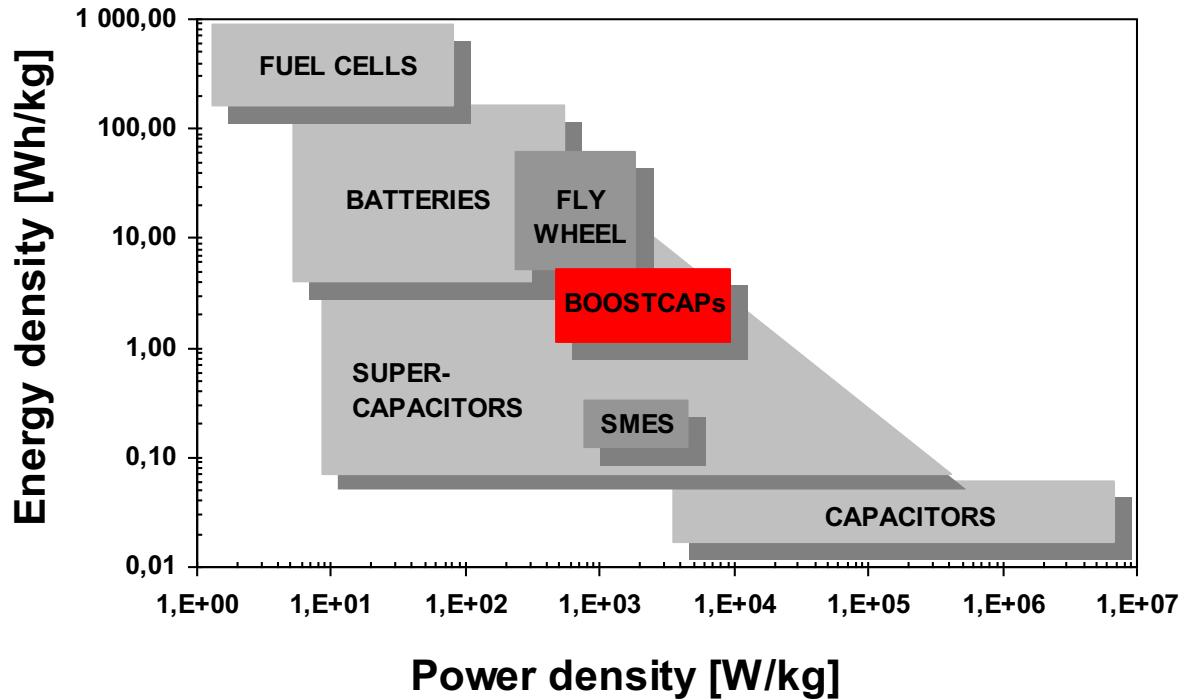
TP en Conversion d'Énergie



Généralités sur les systèmes de stockage

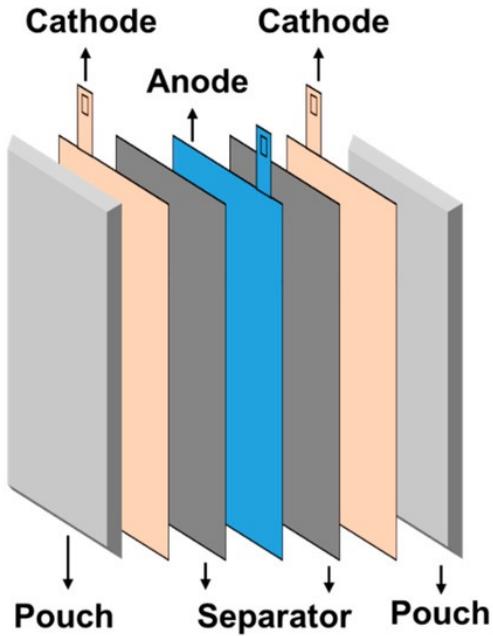
Puissance spécifique et énergie spécifique

- Diagramme de Ragone



Généralités sur les batteries Lithium Constitution

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



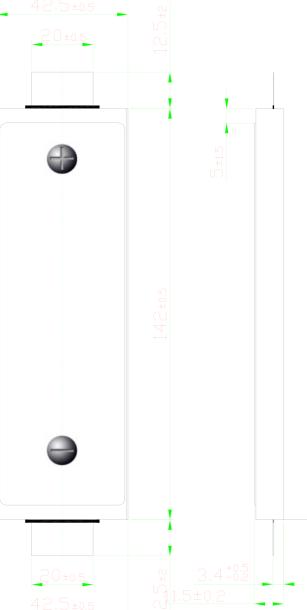
Généralités sur les batteries Lithium

Caractéristiques principales

- Cas de la cellule Kokam

Kokam™ *Global Leader in Power Solution*

Cell Specification of SLPB 11543140H5



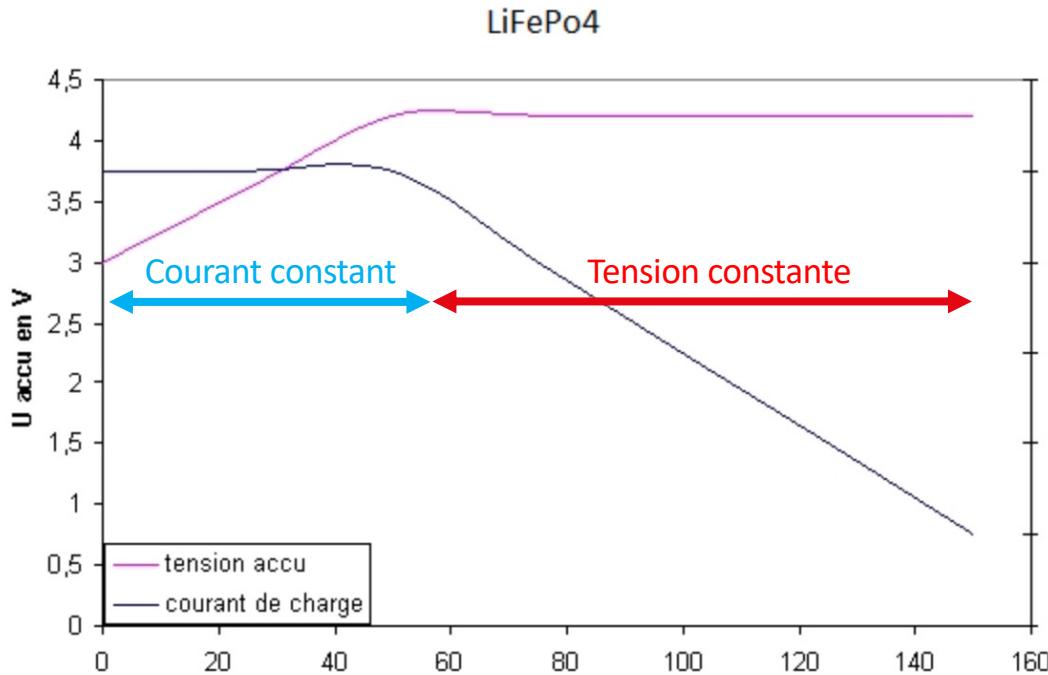
| | | |
|----------------------------------------|--------------------|---------------|
| ● Typical Capacity ¹⁾ | | 5.0 Ah |
| ● Nominal Voltage | | 3.7 V |
| ● Charge Condition | Max. Current | 10.0 A |
| | Voltage | 4.2V ± 0.03 V |
| ● Discharge Condition | Continuous Current | 150.0 A |
| | Peak Current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

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

Généralités sur les batteries Lithium

Caractéristiques principales

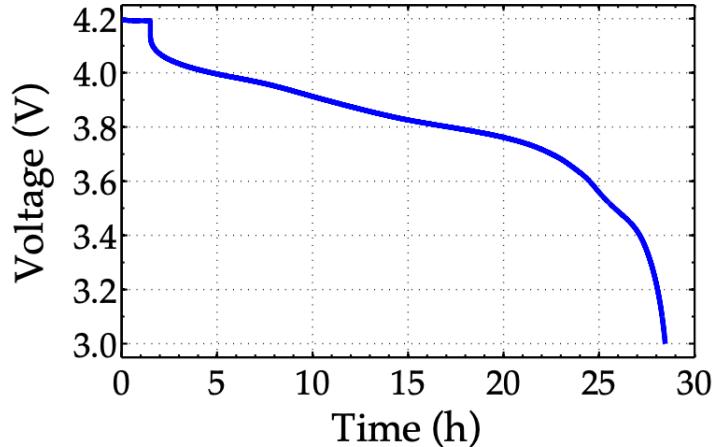
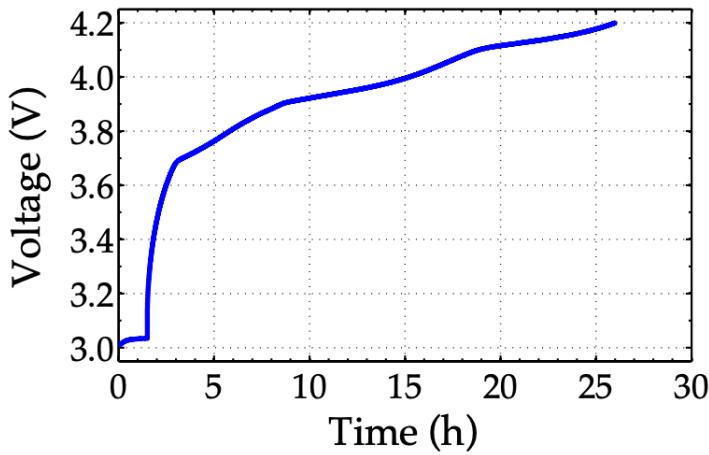
- Charge «classique» : 2 phases



Généralités sur les batteries Lithium

Caractéristiques principales

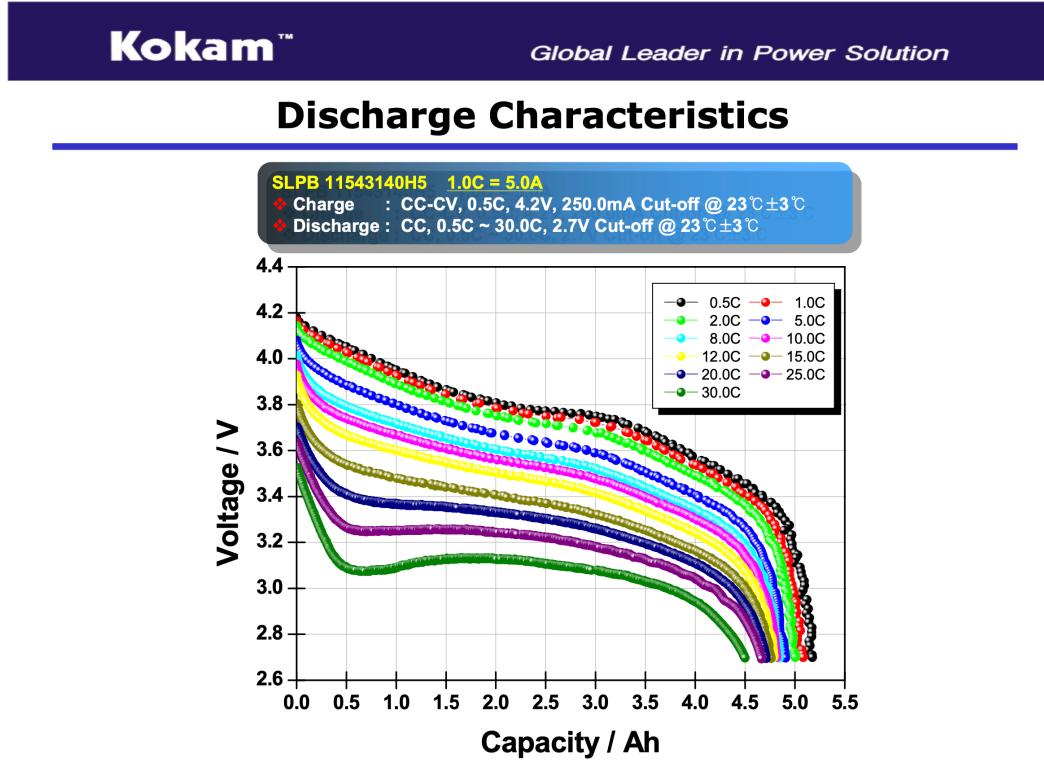
- Charge / Décharge



Généralités sur les batteries Lithium

Caractéristiques principales

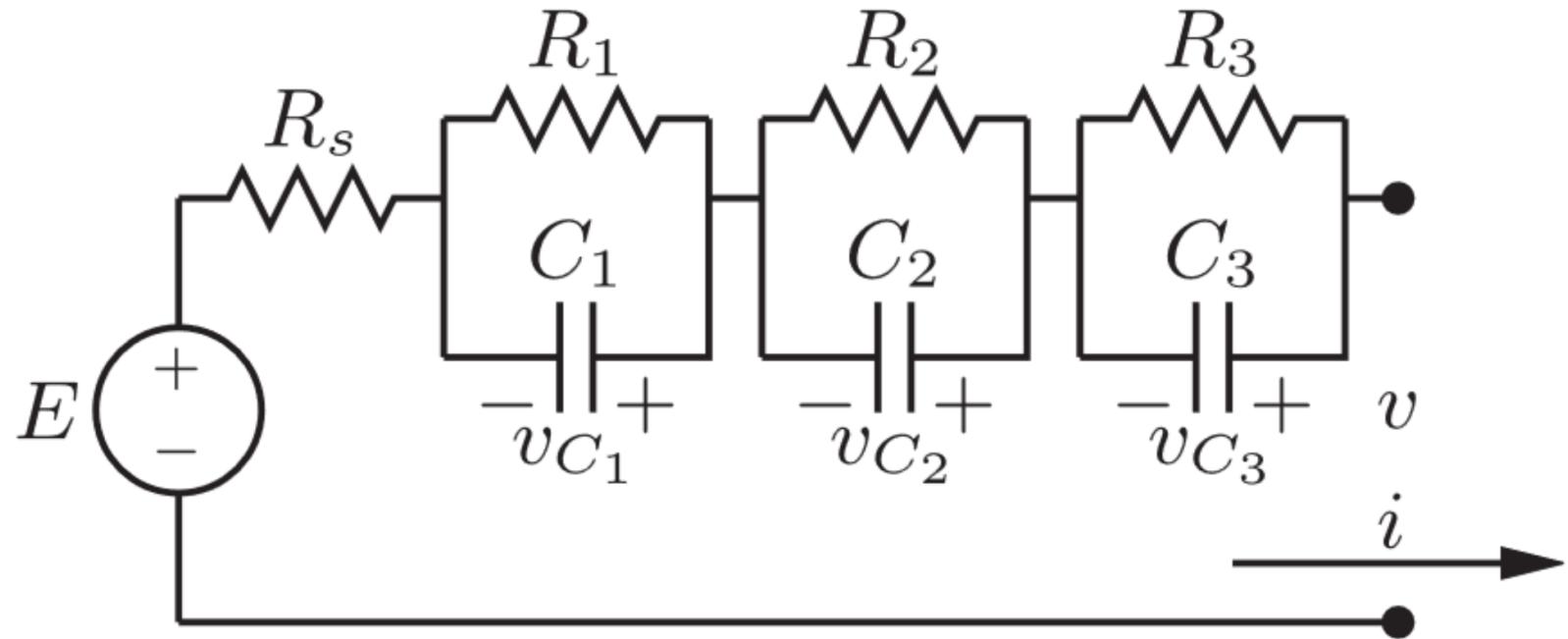
- Courbe de décharge de la cellule Kokam



Généralités sur les batteries Lithium

Schéma équivalent

- La 1^{ère} branche représente les cycles de charge et décharge
- Les 2^e, 3^e 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

t_c = temps pour atteindre la tension maximale durant la charge

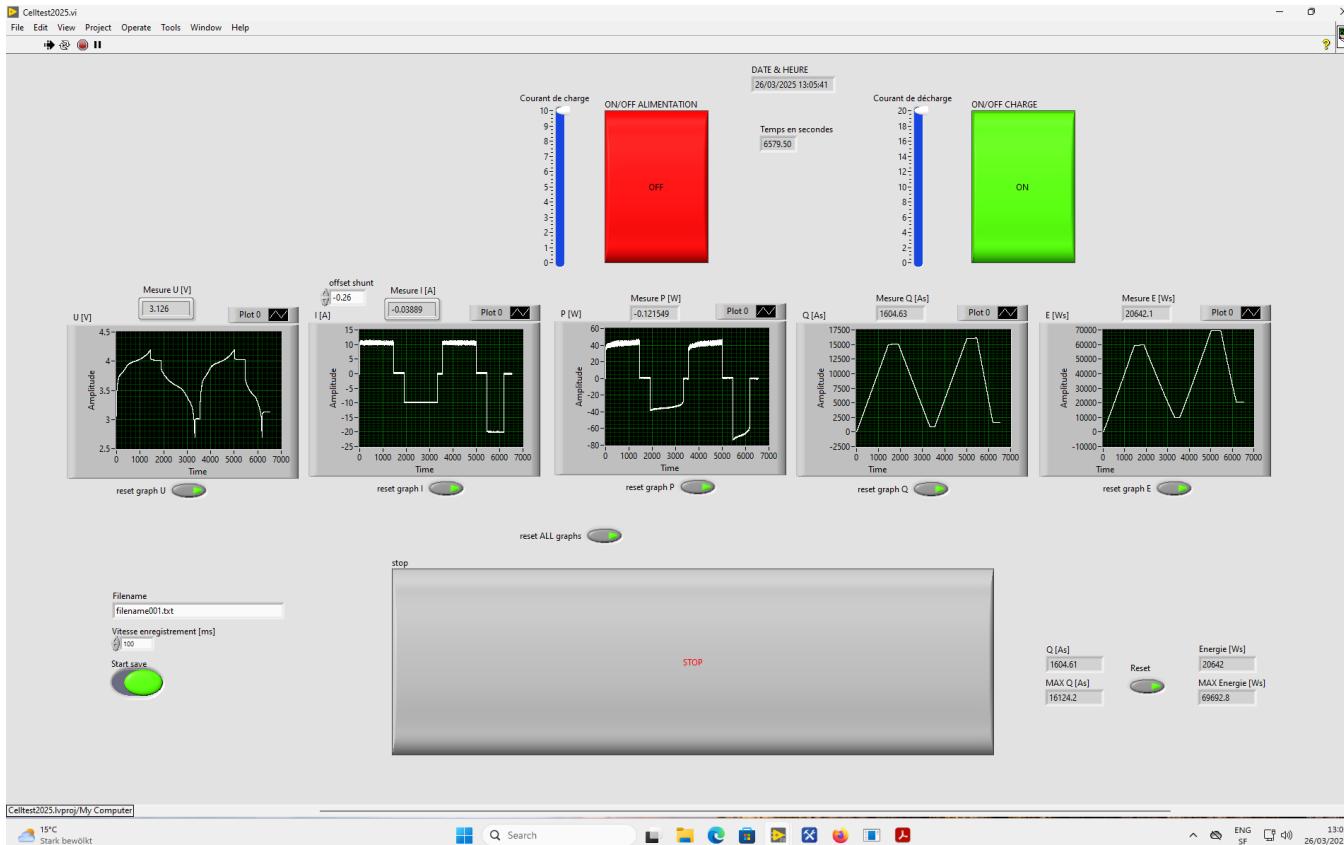
- Efficacité énergétique

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

Expérience

Présentation du VI

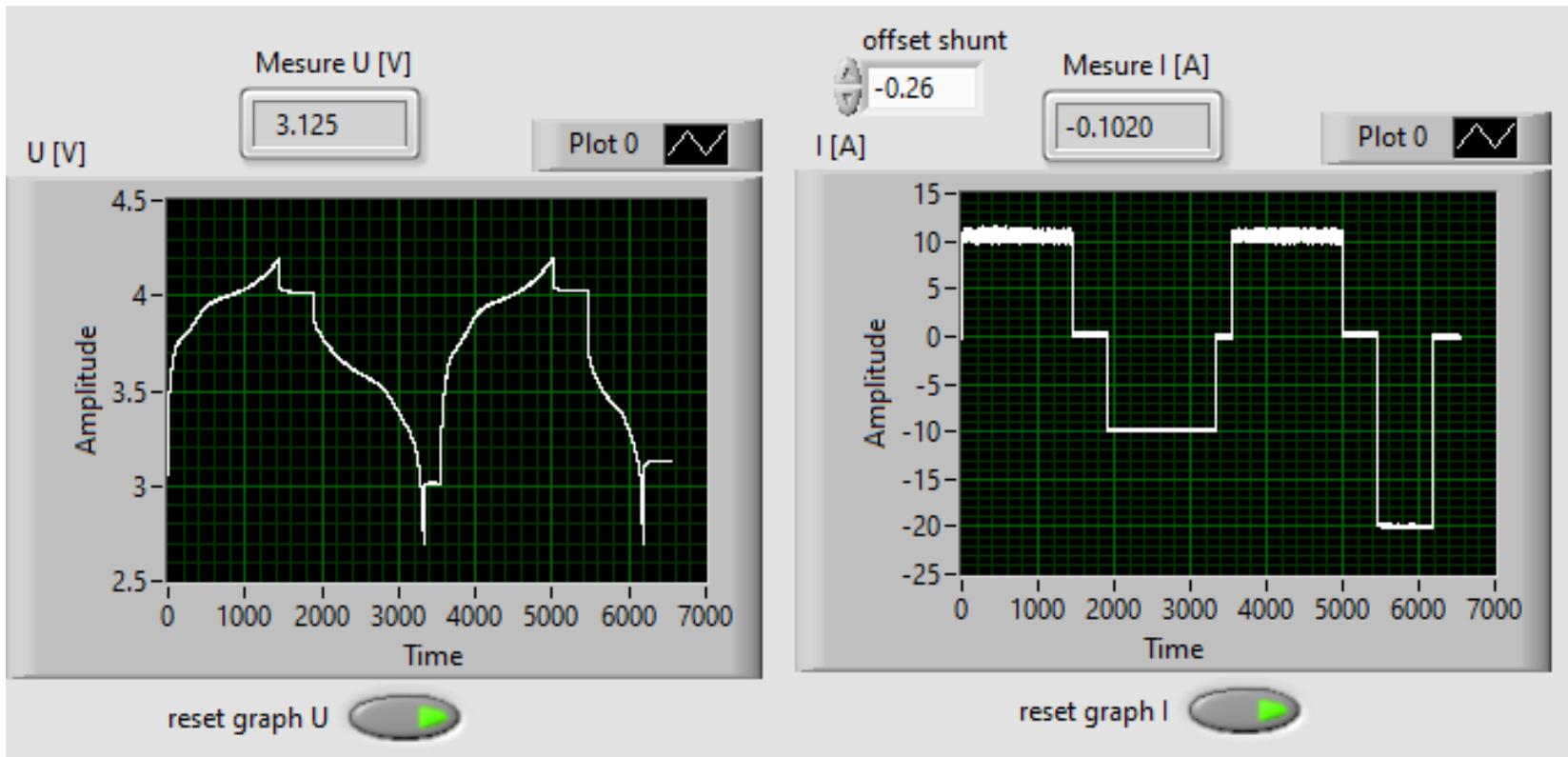
■ SEL-GE



Expérience

Analyse des courbes

SEL-GE



Expérience

Analyse des courbes

