

GREPES 19 Mars 2009

Dimensionnement et Contrôle d'un Système Mixte PV-Éolien connecté au réseau

Présentation: Frédéric Plumier, ACE, ULg

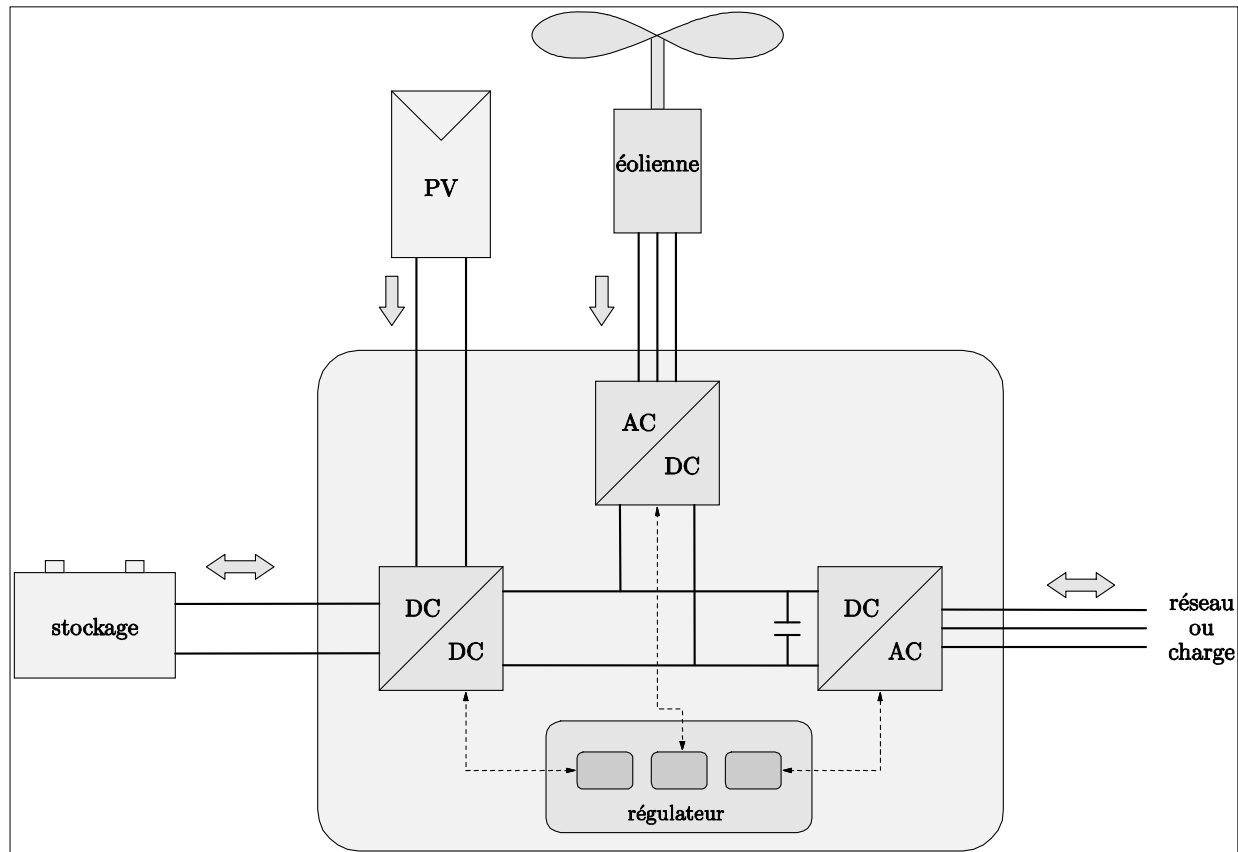
Co-auteurs: A. Vion , ACE, ULg
F. Fodil-Pacha, Beams, ULB

Subventionné par la Région Wallonne

Plan

1. Détails du projet
2. Établissement des spécifications
3. Régulation
4. Simulations
5. Conclusions et perspectives

1. Détails du projet



P = Ordre (10 kW)

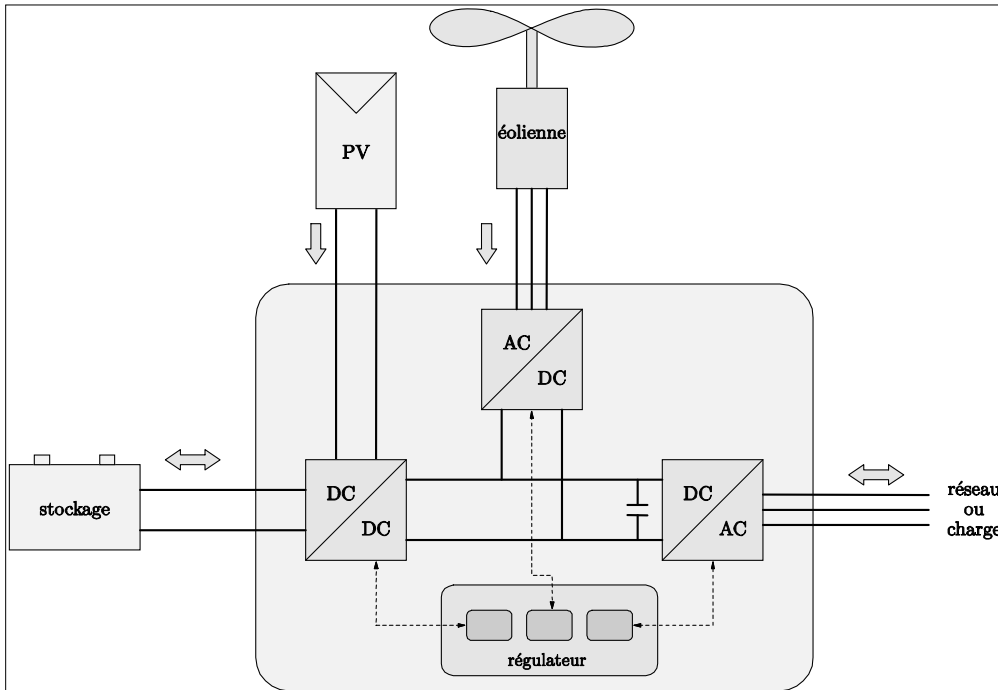
Partenaires:

- ULB (Prof Gyselink)
- ULg (Prof Geuzaine)

Parrains industriels:

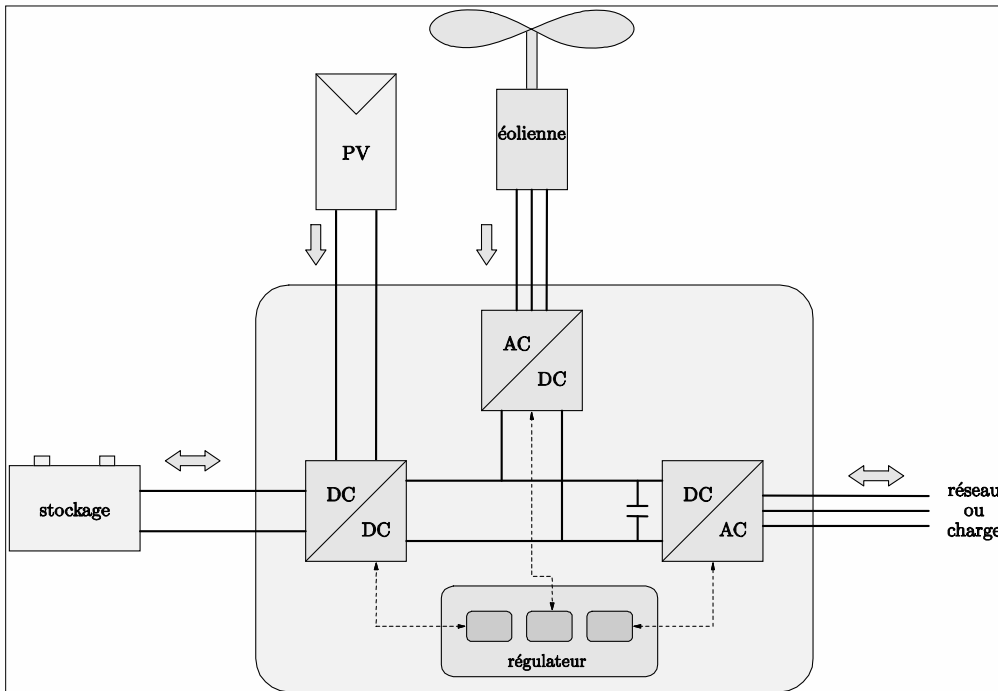
- CE+T
- TML

2. Établissement des spécifications: Principe



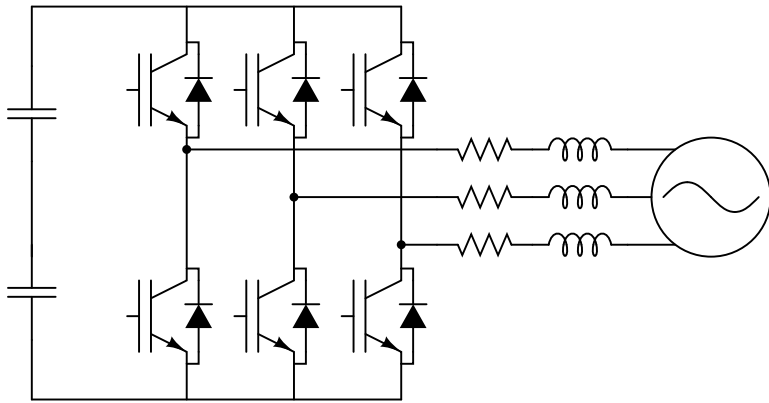
- ◆ En vue de quoi fixer les specs
 - ◆ Utilité du module
- ◆ Quels points de départ
 - ◆ Projet
 - ◆ Réseau
 - ◆ Normes
- ◆ Maximiser
 - ◆ Rendement
 - ◆ Coût
 - ◆ Facilité de conception
- ◆ Quels éléments définir
 - ◆ Tension Bus DC
 - ◆ P, U des éléments
 - ◆ Topologie des convertisseurs
 - ◆ L réseau

2. Établissement des spécifications: P et U des éléments



- ◆ P, U des éléments
- ◆ $P_{\text{tot}} = 10 \text{ kW}$
 - ◆ 5 kW max PV
 - ◆ 5 kW max éolienne
- ◆ $U_{\text{PV max}} = 300\text{V} \times 2$
- ◆ $U_{\text{éolienne max}} = 200\text{V}$

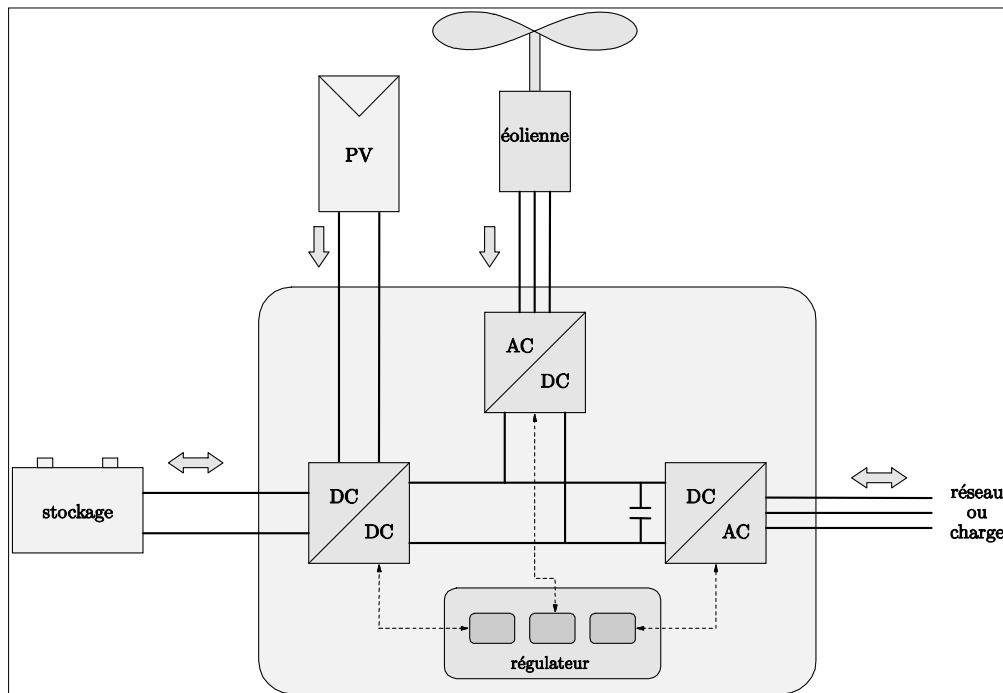
2. Établissement des spécifications: Tension Bus DC



- ◆ Tension Bus DC
 - ◆ Réseau 3φ 3X400V
 - ◆ Tension min
 - ◆ $V_{DC} = \alpha \cdot E \cdot 2\sqrt{2}$
 - ◆ => min. 650 V
 - ◆ Tension max
 - ◆ Câbles 1000 V
 - ◆ Condensateurs 450V max
- ⇒ Tension choisie
2 X 410V

$$\alpha = \sqrt{\frac{P_{\max}^2 \cdot X^2}{9 \cdot E^4} + 1}$$

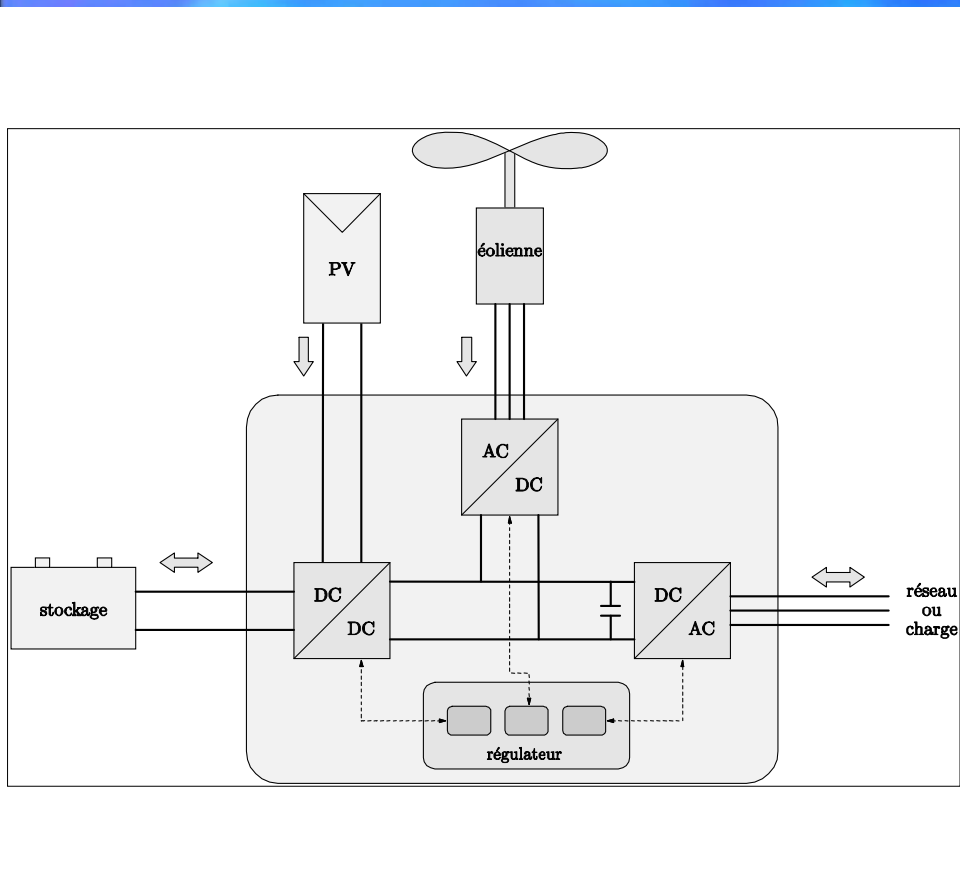
2. Établissement des spécifications: Topologies



- ◆ PV: 2 X 300V max
 - ◆ Éolienne: 1 X 200V max
 - ◆ Bus DC: 2 X 410V
 - ◆ Solution choisie:
 - ◆ PV: 2 Boost de 2,5kW
Le string le moins performant impose le niveau d'équilibre
 - ◆ Éolienne: 2 Boost (idem)
- => Simplification de conception du prototype et de sa commande

3. Régulation:

Cas d'une connexion au réseau



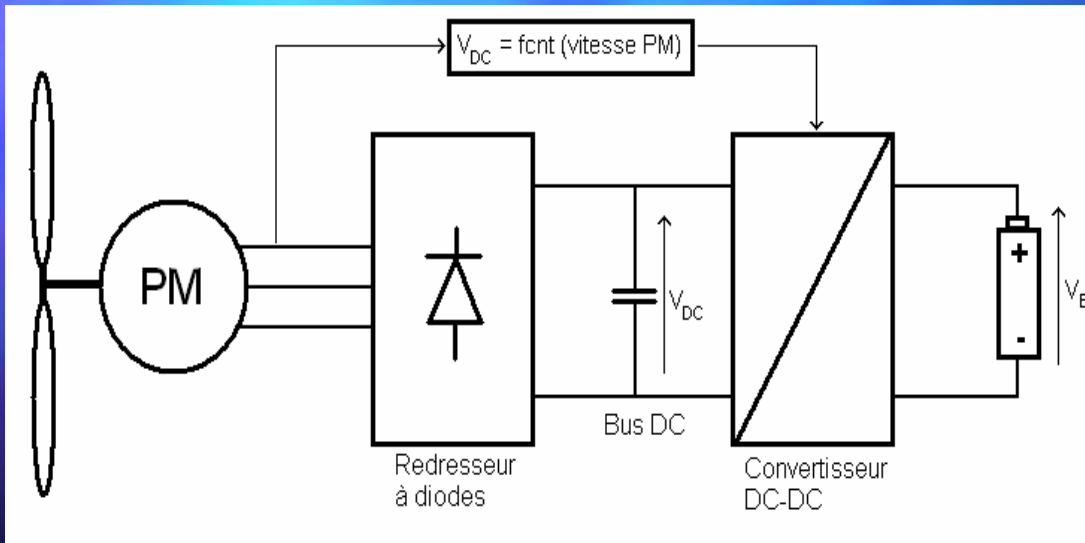
Que faut-il réguler? (Réseau)

- ◆ P transmise
- ◆ Q transmise
- ◆ U DC
- ◆ MPPT éolienne
- ◆ MPPT PV

◆ Quel convertisseur régule quoi?

- ◆ Onduleur P, Q, U_{dc}
- ◆ DC/DC Panneaux MPPT PV
- ◆ DC/DC éolienne MPPT éolie

3. Régulation: MPPT éolienne



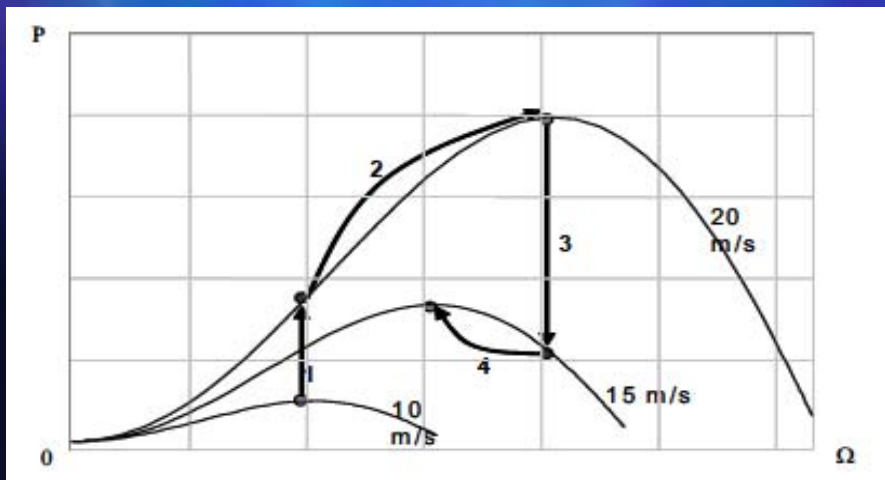
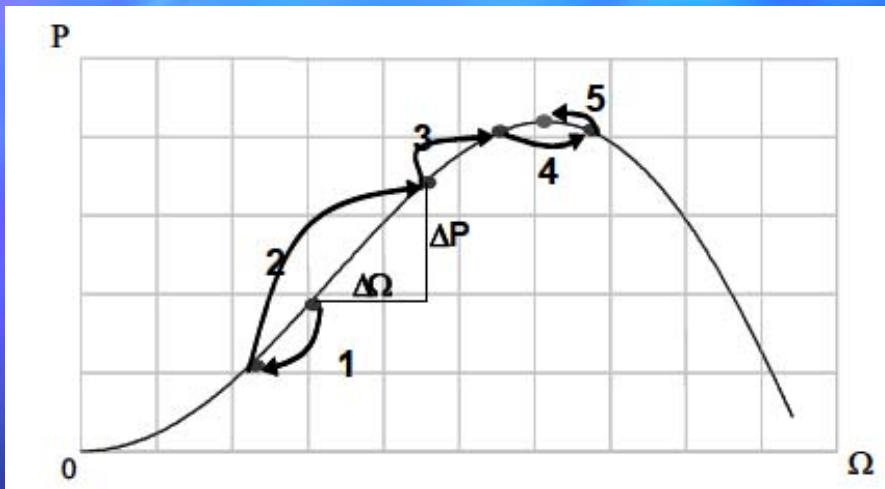
- ◆ MPPT éolienne
 - ◆ Choix de la topologie
 - ◆ Sans capteurs mécaniques
 - ◆ MPPT avec le Cp connu
 - ◆ MPPT avec le Cp inconnu

- ◆ MPPT avec le Cp connu

Basée sur une relation prédéterminée : $V_{dc}=f(\Omega)$

$$V_{DC} = \frac{3}{\pi} \sqrt{6} \sqrt{\left(\frac{1.4}{\sqrt{3}} \omega_m\right)^2 - (15E^{-3} I \omega_m)^2} - 2 - \frac{3}{\sqrt{6}} 15E^{-3} I \omega_m$$

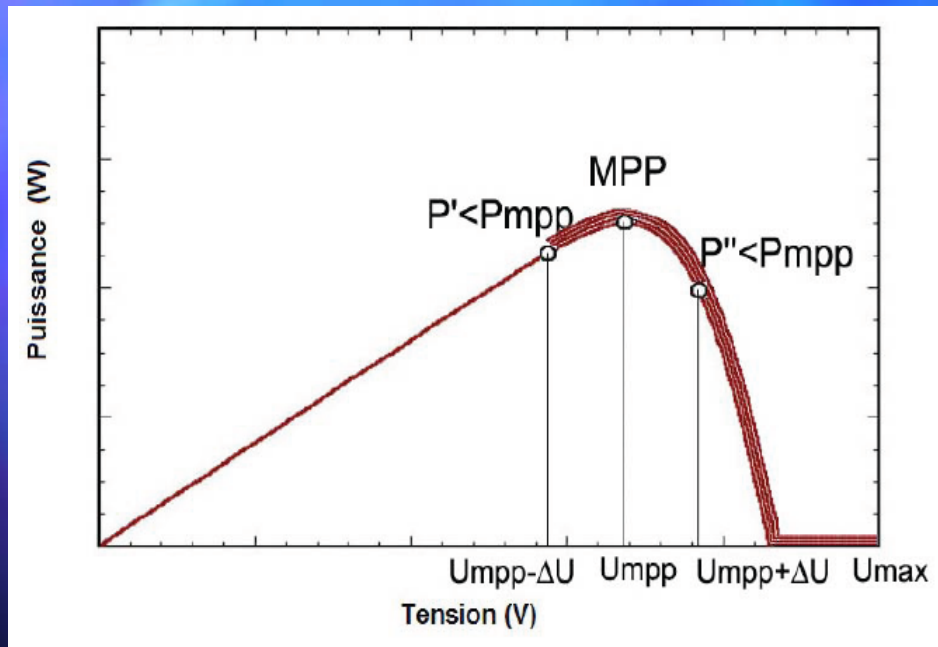
3. Régulation: MPPT éolienne



- ◆ MPPT éolienne
- ◆ MPPT avec le C_p inconnu

« si je mesure une augmentation de puissance ($\Delta P > 0$) suite à un incrément positif de vitesse, je dois continuer à accélérer la voilure ($\Delta \Omega_{ref} > 0$) »

3. Régulation: MPPT PV

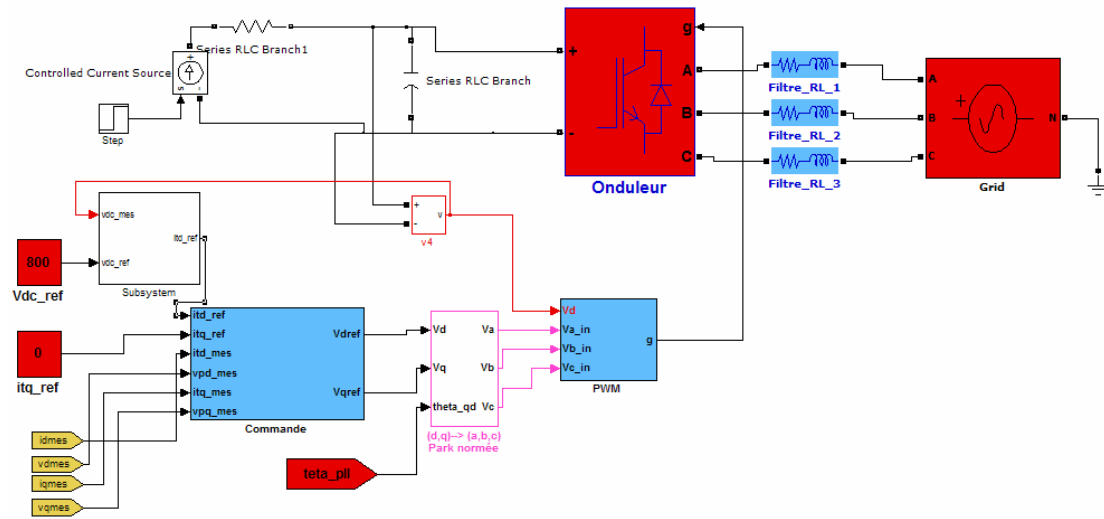
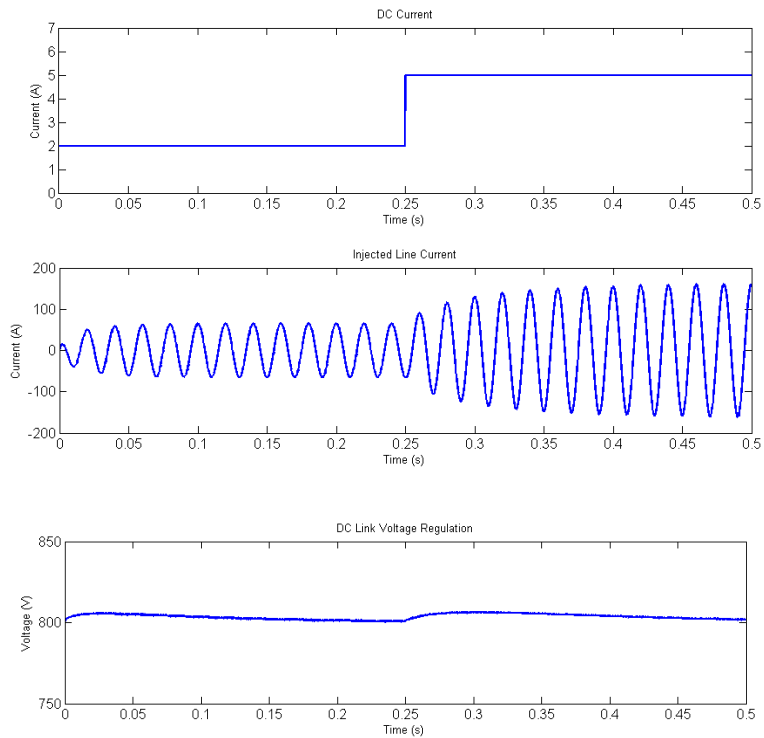


- ◆ MPPT PV
 - ◆ Méthode basée sur le contrôle de la puissance instantanée délivrée par le champ de modules PV en fonction de variations de la tension continue aux bornes du champ PV

4. Simulations

- ◆ Logiciel utilisé: SimPowerSystems de Simulink
- ◆ Stratégie de simulation
 - ◆ Onduleur
 - ◆ PV
 - ◆ Éolienne
 - ◆ Intégration des éléments

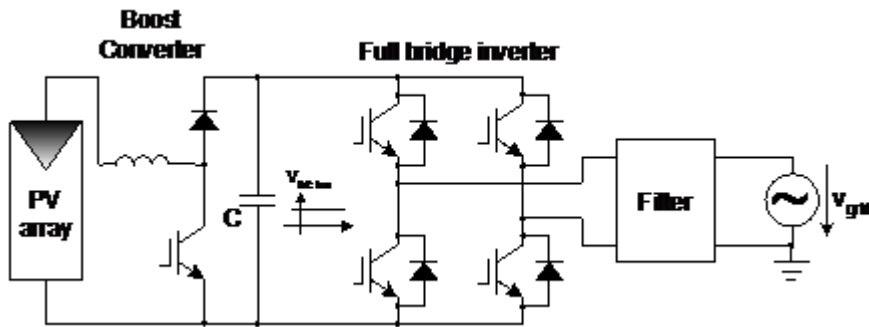
4. Simulations: Onduleur Connecté au réseau et Bus DC



5. Conclusions et perspectives

- ◆ Validation par simulations
- ◆ Prototypage rapide
- ◆ Blocs existants:
 - ◆ Onduleur CE+T incluant
 - ◆ Condensateurs Bus DC
 - ◆ Onduleur
 - ◆ Selfs de filtrage
 - ◆ Charge/Décharge des batteries
- ◆ Blocs en développement
 - ◆ Boost PV 2,5kW 150V_{in} à 300V_{In} 410V_{Out}
- ◆ Implication des étudiants lors des projets du cours d'électronique de puissance

5. Conclusions et perspectives



Exemple d'énoncé:

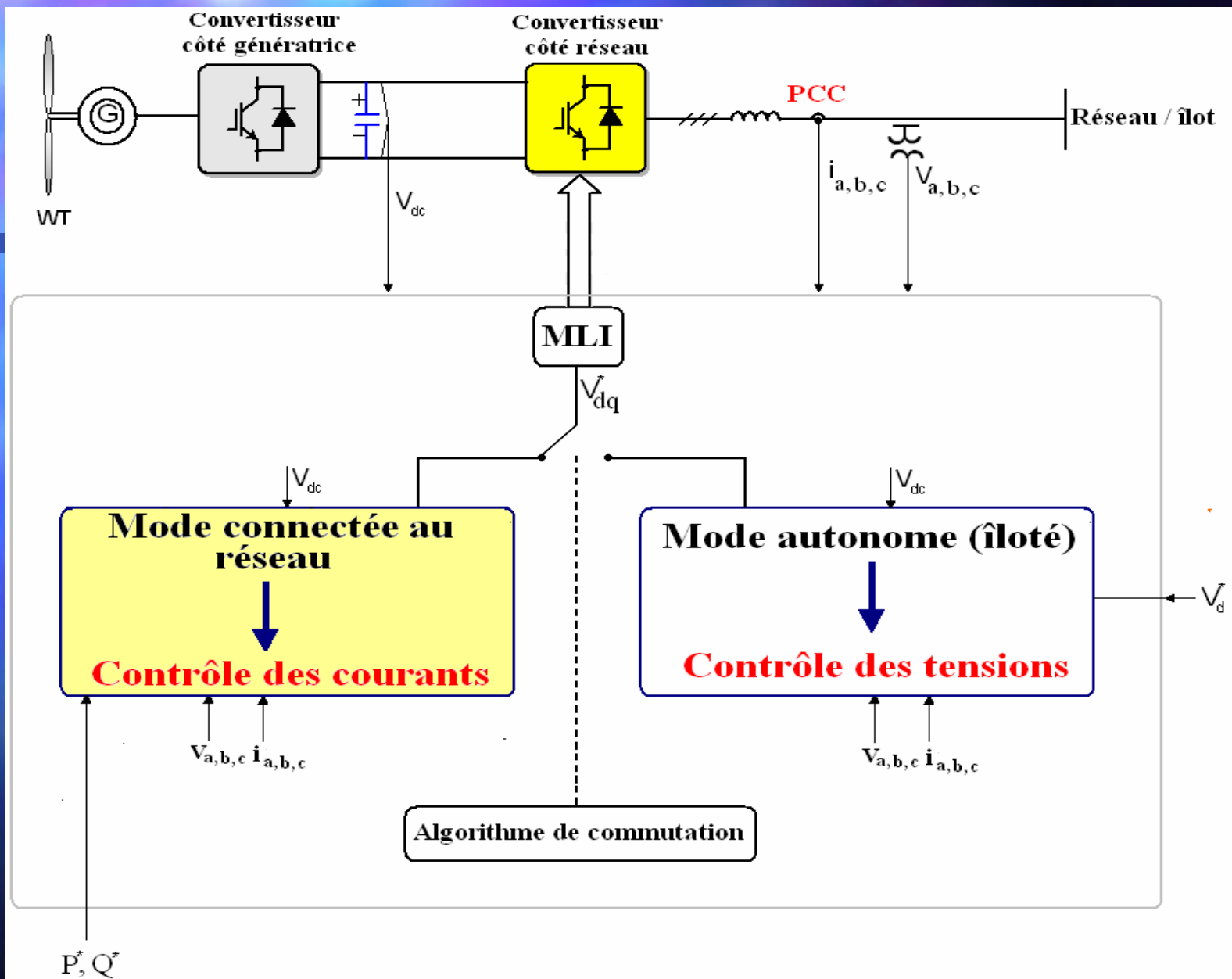
Il vous est demandé de dimensionner, simuler et réaliser le convertisseur DC/DC Boost requis pour cette application. Ses caractéristiques techniques seront les suivantes :

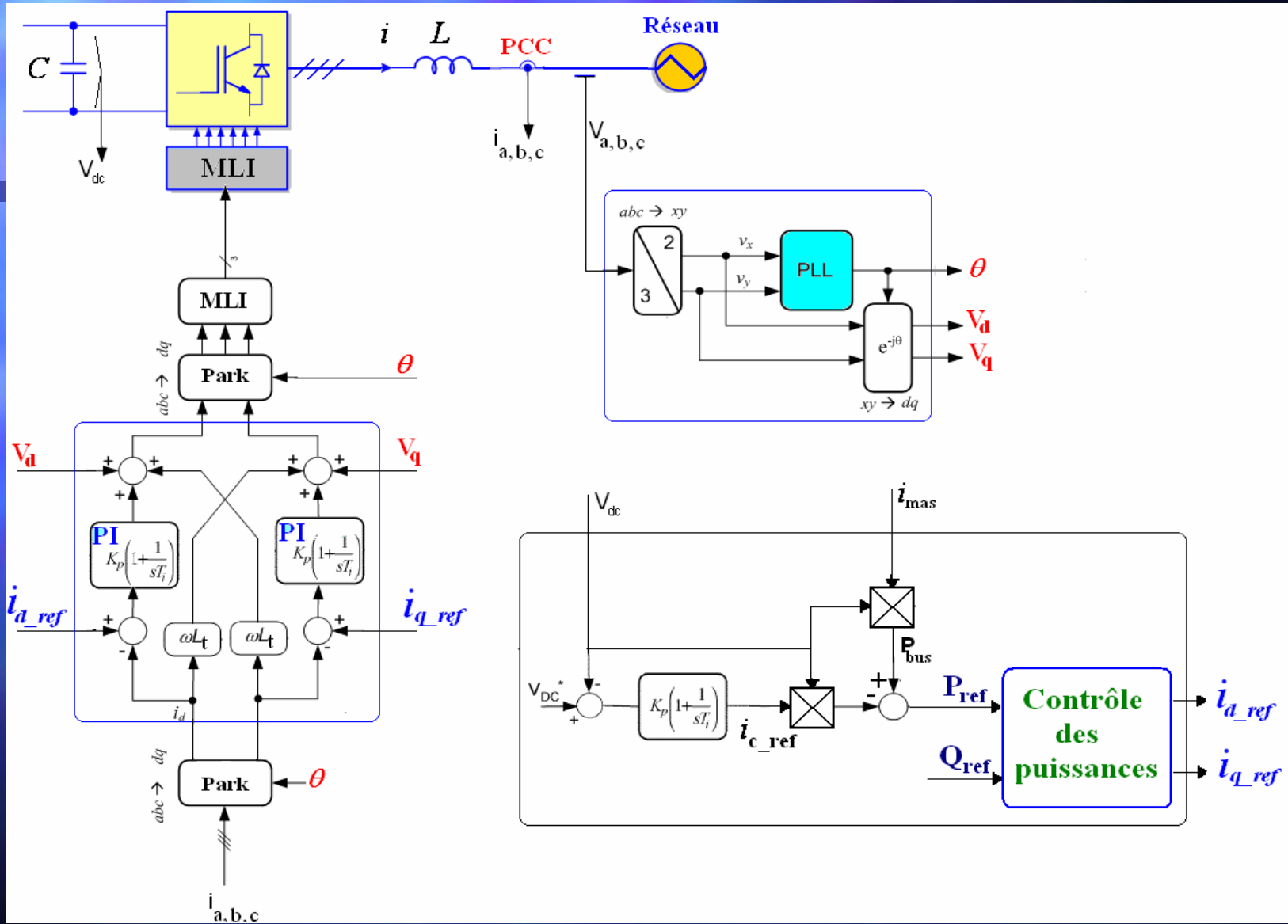
- ◆ U_{in} min 250V
- ◆ U_{in} max 350V
- ◆ U_{out} 410V
- ◆ I_{out} 5A

Il est demandé de réaliser une régulation en boucle fermée de ce convertisseur en vue de réaliser une régulation de la tension de sortie.

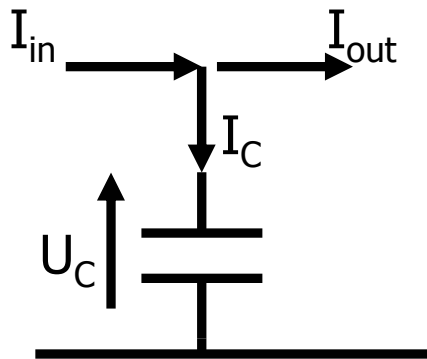


Merci de votre attention!





3. Régulation



◆ régulation de la tension de bus DC par réglage du transit de la puissance active

◆ $I_{in} = I_C + I_{ref}$ or $P = U_C * I$

◆ $P_{in} = P_C + P_{ref}$