

# UE 1 : Technologie et gestion des éoliennes

Master IPE

Responsable : Benjamin Thiria, ESPCI-UPD  
(benjamin.thiria@espci.fr)

Ce module a pour but de fournir aux étudiants une connaissance globale et complète des différents domaines techniques et économiques impactant la production d'énergie éolienne, depuis le choix d'un site jusqu'à la gestion de la production. L'enseignement est composé de quatre cours abordant chacun différents aspects de la production d'énergie éolienne :

	Interventions industrielles / entreprises Cours / TD/TP (50h)
Technologie et gestion des éoliennes	<ul style="list-style-type: none"><li>• Calcul du Vent et Evaluation de la Ressource Eolienne</li><li>• Le vent dans la couche limite atmosphérique<ul style="list-style-type: none"><li>○ Lois de comportements</li><li>○ Description de la turbulence</li><li>○ Effets topographiques</li></ul></li><li>• Climatologie statistique du vent<ul style="list-style-type: none"><li>○ Distributions de la vitesse moyenne</li><li>○ Variabilité saisonnière / Annuelle</li><li>○ Statistique des valeurs extrêmes</li></ul></li><li>• Le calcul numérique du vent dans la Couche de surface<ul style="list-style-type: none"><li>○ Les équations de Navier-Stokes</li><li>○ Modèles de turbulence</li><li>○ Modèles linéarisés</li><li>○ Méthodes de résolution</li><li>○ Validation, Erreurs, Incertitudes</li></ul></li><li>• Estimation de la ressource éolienne<ul style="list-style-type: none"><li>○ Densité énergétique, Atlas</li><li>○ Courbes de puissance</li><li>○ Effets de sillage</li><li>○ Méthodes MCP</li></ul></li><li>• Caractéristiques du vent pour le dimensionnement des éoliennes<ul style="list-style-type: none"><li>○ Vitesses de vent extrême</li><li>○ Turbulence</li><li>○ Gradient vertical</li><li>○ Incidence verticale</li></ul></li><li>• Métrologie et modélisation de la Ressource Eolienne<ul style="list-style-type: none"><li>○ Rappels météorologiques<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Circulation atmosphérique, effets locaux</li><li>✓ Paramètres influençant le flux d'air</li><li>✓ Variation spatiale et temporelle</li><li>✓ Description statistique du vent</li></ul></li> <li>○ Mesure du vent<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Instrumentation : anémomètres à coupelles, soniques, loggers</li><li>✓ Calibrages, classification des anémomètres</li><li>✓ Campagnes de mesures sur sites, mats</li><li>✓ SODAR / LIDAR</li></ul></li></ul></li></ul>

- Estimation de productible
  - ✓ Traitement des données météo
  - ✓ Corrélation long terme
  - ✓ Modélisation du vent : WAsP
  - ✓ Pertes techniques
  - ✓ Notions d'incertitude & variabilité interannuelle du vent
- Eoliennes
  - ✓ Technologie des machines disponibles sur le marché
  - ✓ Courbe de puissance / Sillage parc
  - ✓ Classification IEC / paramètres vent
  - ✓ Cas particuliers : zones cycloniques et offshore
- Travaux pratiques
  - ✓ Téléchargement des données
  - ✓ Traitement des données météo sur Excel / openoffice
  - ✓ Modélisation du vent sur WAsP
  - ✓ Calculs énergétiques
- Mise en projet et gestion d'un site éolien
  - Développement
    - ✓ Intégration des données évaluant le site
    - ✓ Intégration dans le réseau électrique national
    - ✓ Eléments législatifs et financiers.
  - Financements
    - ✓ TRI
    - ✓ Evaluation des coûts
    - ✓ Evaluation de la production
    - ✓ Recherche de financements.
  - Construction (CAPEX)
    - ✓ Machine
    - ✓ Génie civile
    - ✓ Appel d'offre
  - Exploitation (OPEX)
    - ✓ Coûts
    - ✓ Gestion
    - ✓ Maintenance
    - ✓ REX
- Aérodynamique des éoliennes ENSAM
  - Aérodynamiques des éoliennes : les pales, le mat, la nacelle (Cours + TPs).
  - Aéroélasticité / Aéroacoustique (cours).