

# Infrastructures pour l'énergie : focus sur le contexte EMR en Pays de la Loire



IFSTTAR

# Des Atouts

- Des atouts géographiques et économiques :
  - 450 km de côte
  - Le 1<sup>er</sup> port de la façade atlantique : Grand port Autonome de Nantes St Nazaire
  - Des activités de construction navale bien implantées : 35% des emplois du secteur sont sur la Région



- De l'ordre de 60 industriels régionaux, dont des entreprises leader, collaborent à des projets de Recherche et d'Innovation dans le secteur des Énergies Marines Renouvelables : chantiers navals (Naval Group, STX,... ), fournisseurs d'énergie (EDF et ENGIE), développeurs et fabricants de turbines et solutions intégrées (GE) ou fabricants de composants (ROLLIX exportateur de couronnes d'orientation à l'échelle mondiale), ainsi qu'un large réseau de PME regroupées pour partie dans le cluster EMR de NEOPOLIA.



# Des Atouts

- Des atouts géographiques et économiques :
  - Des instituts, pôles de compétitivité, ... :
    - EMC2 (250 membres – composites et métal)
    - Néopolia (réseau de 85 entreprises pour les EMR)
    - S2E2 ( 115 membres – énergie électrique)
    - PMBA (Pôle Mer Bretagne Atlantique)
    - IRT Jules Verne
    - France Energies Marines
    - ...
  - Des organismes de recherche et des moyens d'essais rares :
    - L'IFSTTAR bien sûr ... (Cf visites)
    - La soufflerie climatique Jules Verne au CSTB
    - La plateforme SemRev de test en mer
    - Le bassin d'essais de l'ECN
    - Site du Carnet (prototype Haliade 150)
    - ...



# Des Atouts

- Des atouts géographiques et économiques (suite) :
  - Technocampus Océan (17000 m<sup>2</sup>, 350 emplois DCNS research, STX, GE)
  - 2 usines et centre R&D GE (300 emplois)
  - 2 champs éoliens Offshore (St Nazaire – EDF/GE; Deux Iles – GDF/Areva)
  - Hub logistique 15 ha EMR sur le port
  - Eoliennes flottantes entre Groix et Belle-île

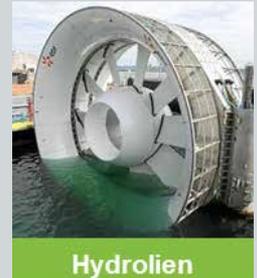


# Démarche RFI de la Région PdL - Objectifs

- **Visibilité :**
  - Leadership sur l'éolien posé dans des conditions difficiles (houle de forte amplitude, sol dur, ...)
  - A la pointe pour l'éolien flottant
  - Préparer l'hydrolien, l'énergie houlomotrice,...
  - Etre identifié au niveau de l'Europe et à l'international
- **Structuration :**
  - Compétences et moyens à fédérer
  - Formation initiale et permanente EMR
  - Structurer la communication
- **Collaborations :**
  - Entre académiques
  - Entre académiques et industriels
  - En soutien aux PME, ...



Houlomoteur



Hydrolien

## Mise en place de la structure Weamec :

- Convention de financement Région/Ecole Centrale de Nantes et convention cadre avec partenaires financeurs
- Soutien aux fonctions support (permanents de Weamec)
- Contribution financière des collectivités, implication partenaires économiques et académiques
- Ifsttar partenaire associé



# La démarche RFI de la Région



- **Plan d'actions sur 5 ans:**
  - Actions privilégiées : ressourcement scientifique, projets collaboratifs, internationalisation
  - Fonctions support mises en place
  - Engagement des partenaires avec moyens fléchés
- **Ambition Recherche :**
  - Consolider le réseau académique
  - Favoriser les programmes de recherche conjoints
  - Renforcer les partenariats internationaux
- **Ambition Formation :**
  - Construire offre de formation initiale et continue
- **Ambition Innovation :**
  - Développer un site d'essais et/ou pilote en mer
  - Adapter/développer les infrastructures logistiques et portuaires
  - Soutenir des projets collaboratifs



# L'écosystème Régional EMR

## Recherche

Réseau de **17** laboratoires,  
+ de **10** Organismes de R et D



Augmenter de 100 à 300 ETP  
en 5 ans

## Innovation

Ecosystème innovation dense  
et Tissu industriel dense  
(180 entreprises recensées)



Plus de 40 projets en cours  
(> 50 M€)

## Appui au développement

Nombreux partenaires  
mobilisés sur développement EMR



## Moyens d'essais

Nombreuses infrastructures de Recherches  
expérimentations et essais, dont SEMREV



# Les compétences de l'IFSTTAR au service des EMR

EMR						
Bétons en fonds sous-marins	Nouveaux Bétons	Matériaux métalliques	Matériaux composites	Matériaux instrumentés	Fondations et leurs structures	SHM et Maintenance

- Choix et élaboration des matériaux en fonction de l'environnement (y/c matériaux innovants)
- Connaissance des modes de dégradation
- Choix des indicateurs de durabilité
- Choix et élaboration des méthodes de détermination des indicateurs (destructives ou pas)
- Déclinaison en terme de surveillance, maintenance (SHM)



# Exemple de Regroupement des compétences autour d'un même projet : Projet PdL FONDEOL-2

**Objectif** : Développement des fondations de type « jacket » pour les éoliennes off-shore: treillis métallique immergé et cloué par pieux

**Partenaires** : STX France SA, STX France Solution SAS, Ecole Centrale Nantes, IFSTTAR, EGIS Eau

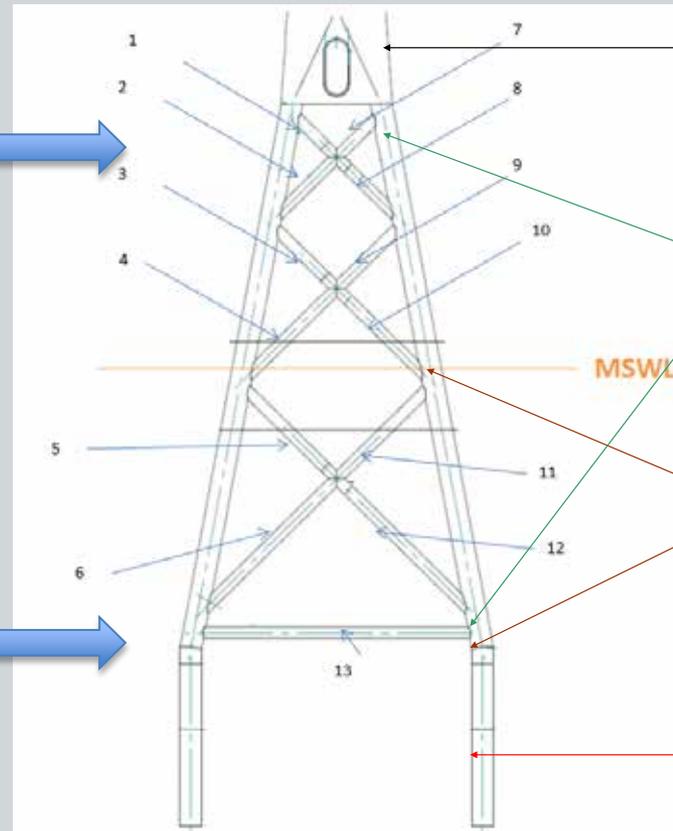
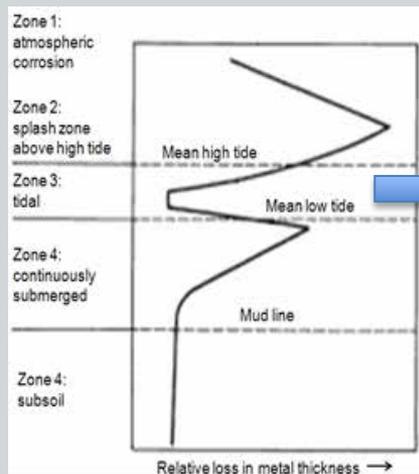
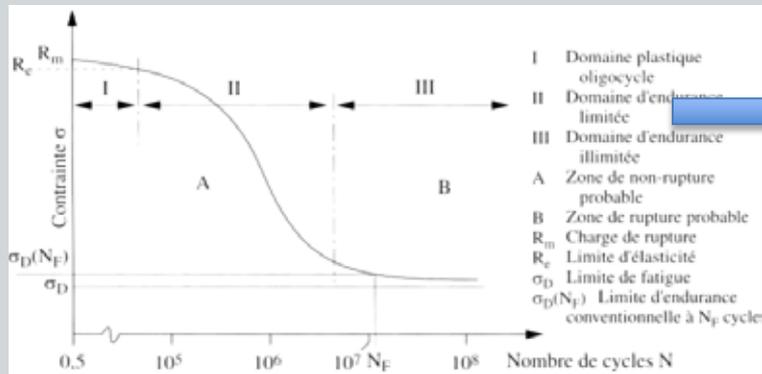
## Implication IFSTTAR :

- Lot 2: Conception, calcul, exécution et contrôle des fondations d'éoliennes offshore (GERS)
- Lot 3: télésurveillance structurelle des supports d'éoliennes (MAST et COSYS)



# Pathologies des structures Off-Shore

## Identification des zones sensibles des fondations offshore type jacket



Global measures and bolted assembly monitoring

Fatigue sensitive zones

Corrosion sensitive zones

Grouting and scour monitoring



# Méthodes d'auscultation / monitoring

## Fatigue

- Techniques « classiques » : Ressuage, Magnétoscopie, Radiographie, Ultrasons et acoustique, Courants de Foucault
- Techniques de mesure de l'endommagement en fatigue pré-fissuration jauges de déformation et comptage, Jauges de fatigue type Crackfirst



*Contrôle par Ultrasons*

## Corrosion

- Inspection, mesure d'épaisseur par US (épaisseur de l'acier et épaisseur des revêtements anticorrosion)



*Capteur de mesure d'épaisseur par ultra sons*



*Capteurs de fatigue Crackfirst*

## Autres dégradations possibles

- Liaison boulonnée (mesure de la précontrainte par US, ou jauges de déformation); Intégrité structurelle (positionnement GPS, analyse modale, ...); Stabilité des fondations (fibre optique, inclinomètres, hauteur d'eau, ...)



*Capteur de mesure de potentiel de corrosion SPCT*



# Site de Nantes : des possibilités très larges pour les EMR

Bétons en fonds sous-marins

Nouveaux Bétons

Matériaux métalliques

Matériaux composites

Matériaux instrumentés

Fondations et leurs structures

SHM et Maintenance



## IFSTAR Plan du site de Nantes

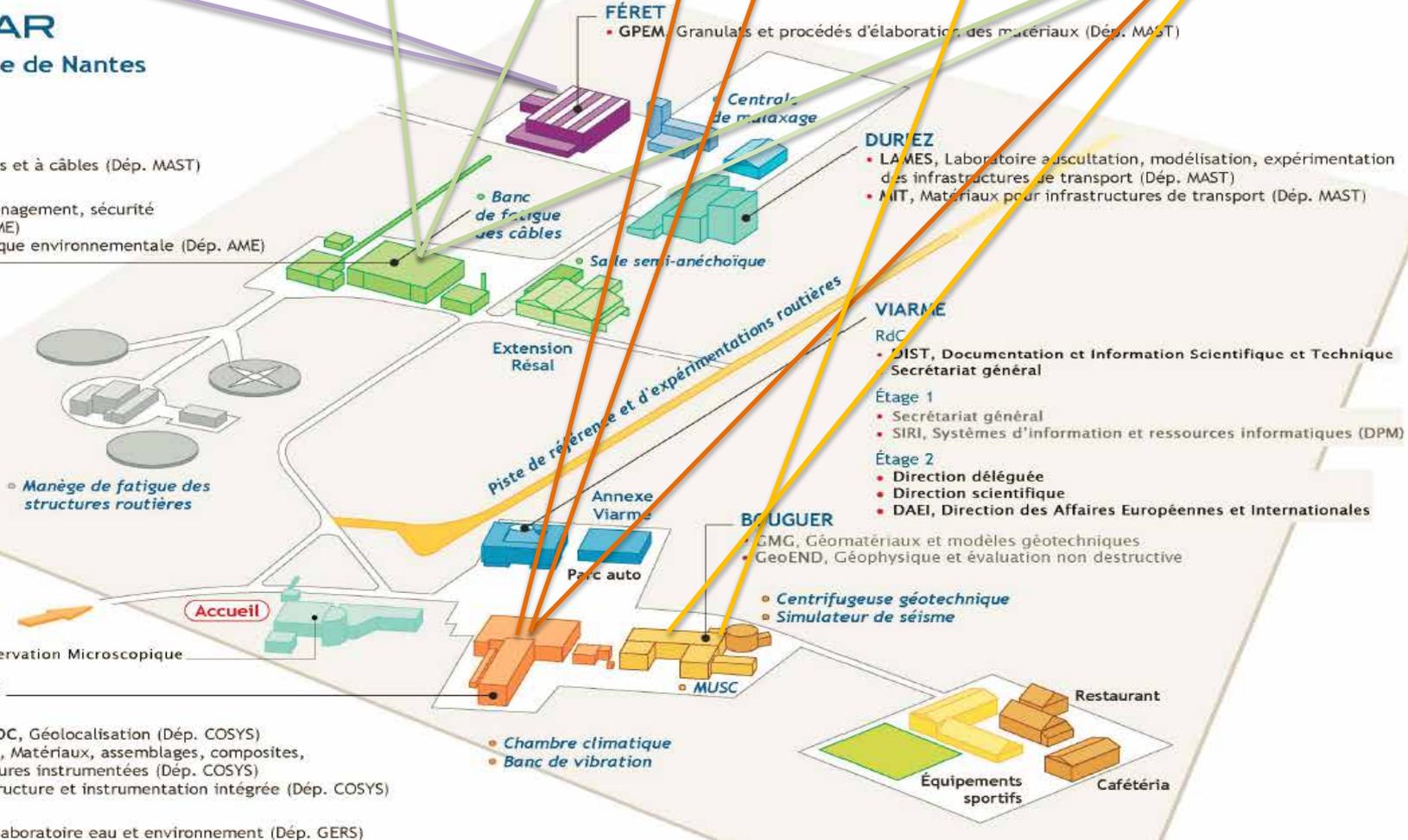
### RÉSAL

#### Étage 1

- SMC, Structures métalliques et à câbles (Dép. MAST)

#### Étage 2

- EASE, Environnement, aménagement, sécurité et éco-conception (Dép. AME)
- LAE, Laboratoire d'acoustique environnementale (Dép. AME)



# Site de Nantes : des possibilités très larges pour les EMR

Bétons en fonds sous-marins

Nouveaux Bétons

Matériaux métalliques

Matériaux composites

Matériaux instrumentés

Fondations et leurs structures

SHM et Maintenance



## IFSTAR Plan du site de Nantes

### RÉSAL

- Étage 1
  - SMC, Structures métalliques
- Étage 2
  - EASE, Environnement, aménagement et éco-conception (Dép. A)
  - LAE, Laboratoire d'acoustique

FONDEOL2  
SURFFEOL  
OCEAGEN  
SHM-Grout

FÉRET  
• GPEM, Granulats et procédés d'élaboration des matériaux (Dép. MAST)

CA2M-COM

DURIEZ  
• LAMES, Laboratoire d'auscultation, modélisation, expérimentation des infrastructures de transport (Dép. MAST)  
• LAMES, Laboratoire d'auscultation, modélisation, expérimentation des infrastructures de transport (Dép. MAST)

VIARME  
RdC  
• DIST, Documentation et Information Scientifique et Technique  
• Secrétariat général

Étage 1  
• Secrétariat général  
• SIRI, Systèmes d'information et ressources informatiques (DPM)

Étage 2  
• Direction déléguée  
• Direction scientifique  
• DAEI, Direction des Affaires Européennes et Internationales

BOUGUER  
• GMG, Géomatériaux et modèles géotechniques  
• GeoEND, Géophysique et évaluation non destructive

FONDEOL2  
SURFFEOL  
EVEREST  
EMODI  
MONEOL  
SHM-Grout

FONDEOL2  
MONEOL  
CHARGEOL  
RENDEVEOL  
PROSE  
OMCEND

# Site de Nantes : des possibilités très larges pour les EMR

Bétons en fonds sous-marins

Nouveaux Bétons

Matériaux métalliques

Matériaux composites

Matériaux instrumentés

Fondations et leurs structures

SHM et Maintenance

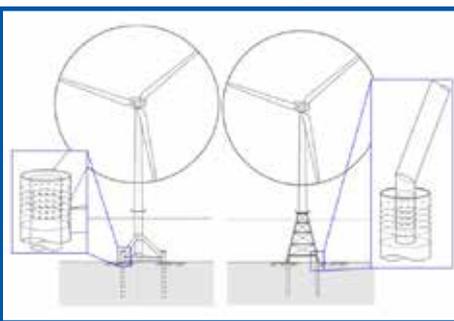
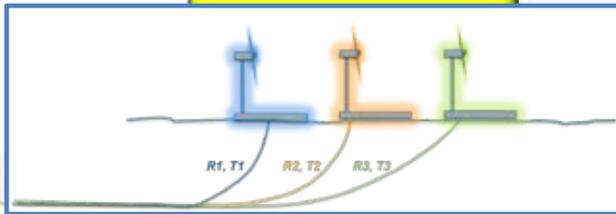


**IFSTAR**  
Plan du site de Nantes

RÉSAL

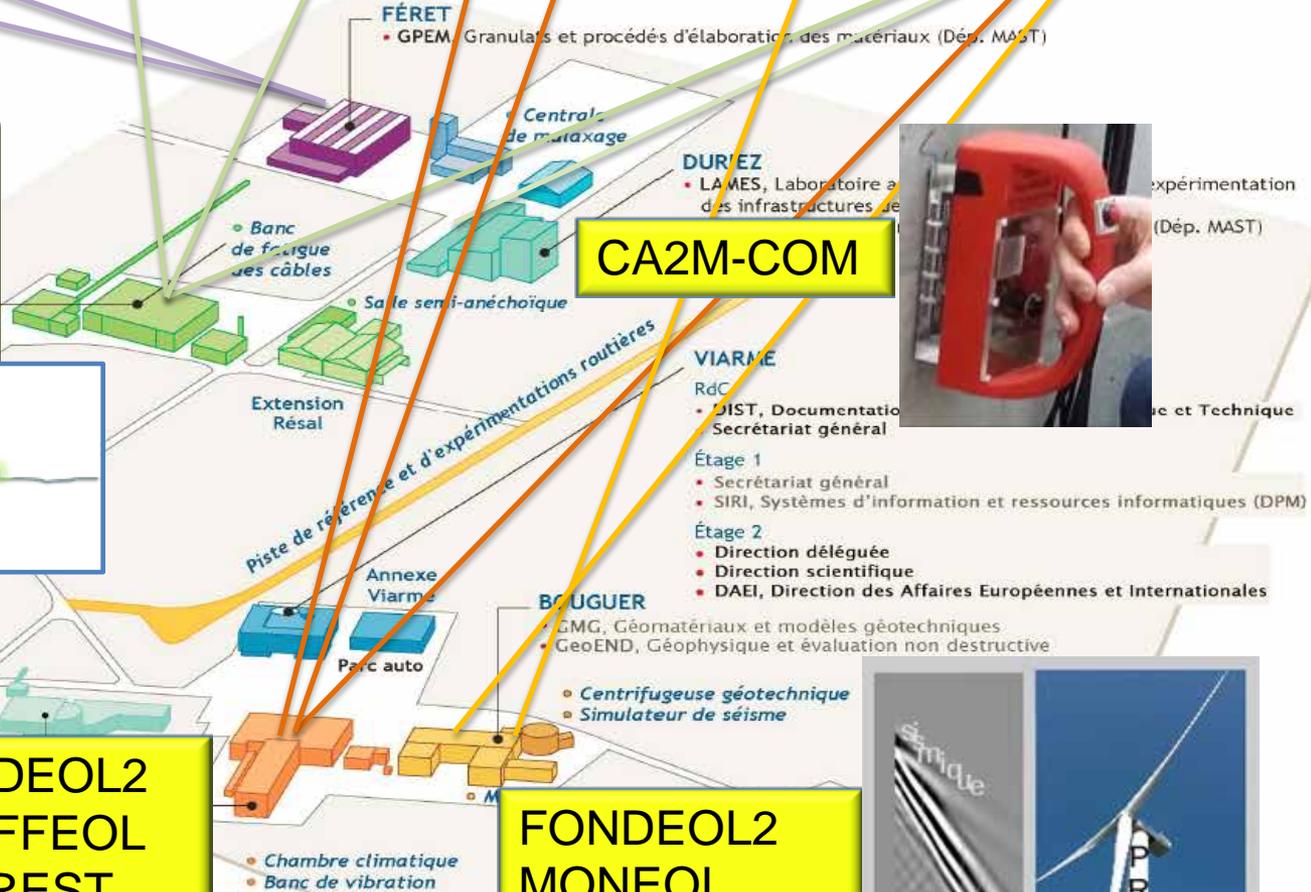
- Étage 1
  - SMC, Structures métalliques
- Étage 2
  - EASE, Environnement, aménagement et éco-conception (Dép. A)
  - LAE, Laboratoire d'acoustique

FONDEOL2  
SURFFEOL  
OCEAGEN  
SHM-Grout



FONDEOL2  
SURFFEOL  
EVEREST  
EMODI  
MONEOL  
SHM-Grout

Ifstar, site de Nantes  
Allée des ponts et chaussées (route de Bouaye)  
CS4 - 44344 Bouguenais cedex  
Tel. : +33 (0)2 40 84 58 00 - Fax : +33 (0)2 40 84 59 99



CA2M-COM



FONDEOL2  
MONEOL  
CHARGEOL  
RENDEVEOL  
PROSE  
OMCEND



# AXIOME : structurer et rendre visible nos équipements contribuant à la thématique EMR

- Une **plate-forme terrestre** pour le développement de la filière des Energies Marines Renouvelables.
- Coordonnée avec les moyens d'essais en bassin et en milieu marin portés par l'ECN et Ifremer (projet MORE) .
- Former un ensemble cohérent à visibilité internationale.
- **Inscription feuille de route TGIR en cours d'examen.**
  
- **Existant:** ensemble de moyens d'essais et de compétences orienté Génie civil, contribuant aux recherches EMR en cours (**centrifugeuse géotechnique; salle semi-anéchoïque; bancs de traction et de fatigue de câbles** de grande capacité, avec des moyens d'étude et **d'accélération de la corrosion**; dalles **d'essais mécaniques** et moyens d'étude de méthodes de contrôle non destructif (**CND**) et de « structural health monitoring » (**SHM**)) ;



# AXIOME : structurer et rendre visible nos équipements contribuant à la thématique EMR

## Perspective :

- **centrifugeuse géotechnique** de nouvelle génération et de grande capacité volumique dédiée à l'étude des ancrages et fondations en mer;
- **hall multi-essais** pour tester à échelle entre 1 et 1/10 des éléments d'éoliennes (grandes pâles) ou d'hydroliennes ou autres et des éléments de structures et de plates-formes (fatigue, vieillissement, corrosion , traction, flexion, biofooling );
- **banc d'essai dynamique de câbles** (ancrages et câbles conducteurs) à échelle 1 en ambiance "marine" ;
- **"structurothèque"** d'éléments de référence à échelle 1 pour le développement de capteurs, de méthodes de monitoring et de contrôle non-destructif ;
- **site d'essais d'acoustique environnementale** pour caractériser la source d'émission et mesurer la propagation acoustique et son impact sur la biodiversité en mer.



**Merci de votre attention**

