



XXX

A l'attention de M. CONIL

**DEVIS N° 101019-A POUR LA FOURNITURE D'UNE  
SIMULATION DES ECOULEMENTS AUTOUR D'UN  
DIRIGEABLE LENTICULAIRE**

*Vos contacts techniques :*

*Alain FRYDMAN, Eric DECANINI*

TECHNI PROCESS  
Process Engineering  
ZI la Muscatelle - Châteauneuf le Rouge  
13790 ROUSSET

Tél. : (33) 4 42 12 42 00

Fax. : (33) 4 42 12 42 01

Site web : [www.techni-process.com](http://www.techni-process.com)

AGENCE ILE DE FRANCE :

*Alain FRYDMAN*

Tél : (33) 1 46 63 69 40

**CLIENT :** M. Paul CONIL

**DATE :** 15/10/10

**NOMBRE DE PAGES :** 6

**RÉF. :**

**DELAI DE VALIDITE DE L'OFFRE :** 1 mois

Plan du document :

|                  |                                      |                 |
|------------------|--------------------------------------|-----------------|
| <b><u>1.</u></b> | <b><u>PROPOSITION TECHNIQUE</u></b>  | <b><u>2</u></b> |
| 1.1.             | OBJECTIFS DE L'ETUDE                 | 2               |
| 1.2.             | SCHEMA DE L'ETUDE                    | 3               |
| 1.3.             | DONNEES NECESSAIRES                  | 4               |
| 1.4.             | MISE EN ŒUVRE                        | 5               |
| <b><u>2.</u></b> | <b><u>PROPOSITION FINANCIERE</u></b> | <b><u>6</u></b> |
| 2.1.             | DETAILS DE LA PRESTATION             | 6               |
| 2.2.             | CONDITIONS DE PAIEMENT               | 6               |
| 2.3.             | LIVRAISON                            | 6               |

## 1. PROPOSITION TECHNIQUE

### 1.1. Objectifs de l'étude

Dans le cadre du développement d'un nouveau dirigeable de forme lenticulaire propulsé, M. Paul CONIL souhaite caractériser les écoulements de l'air autour de ce dirigeable dans des conditions de vol réalistes.

M. Paul CONIL souhaite en particulier déterminer les interactions entre la carène, le stabilisateur et les moteurs qui peuvent être la source d'instabilités dans le vol.

Cette proposition technique et financière porte donc sur la **caractérisation des écoulements d'air autour d'un dirigeable lenticulaire de conception nouvelle.**

La finalité de cette investigation est donc:

- D'utiliser la simulation numérique des écoulements pour déterminer les interactions entre les moteurs et la carène sur un dirigeable en vol de croisière
- D'étudier l'influence de la position des moteurs.
- D'étudier l'influence du design du stabilisateur.

**Nous préconisons donc de réaliser cette étude en trois phases.**

Les écoulements de l'air seront déterminés grâce à des modèles 3D faisant appel à la méthode de simulation numérique des écoulements. Celle ci permettra de déterminer en tout point les valeurs de la vitesse, de la pression ainsi que toutes grandeurs nécessaires à la compréhension des écoulements.

## 1.2. Schéma de l'étude

### Phase 1 : Etude des écoulements d'air en condition de vol de croisière

Dans cette première phase, nous étudierons l'écoulement de l'air autour du dirigeable dans des conditions correspondant à sa vitesse de croisière afin de déterminer ses caractéristiques de traînée, portance dynamique et couple.

L'objectif de cette phase est aussi d'évaluer si le positionnement des turbines et du stabilisateur sont adéquats.

Les conditions de calcul sont les suivantes :

- Design du dirigeable selon CAO fournie
- Incidence nulle
- Vitesse du fluide égale à la vitesse de croisière
- Moteurs pris en compte par un profil de vitesse selon spécification fournies
- Température statique, Pression statique et selon condition de vol atmosphérique
- Fluide : air

*L'objectif de cette phase est de déterminer les caractéristiques de l'écoulement d'air autour du dirigeable en condition de croisière grâce à l'approche simulation numérique des écoulements*  
*Le modèle sera paramétré afin de faciliter la mise en œuvre des itérations de design*

A l'issue de cette phase une réunion téléphonique sera organisée afin de présenter les résultats des simulations.

### Phase 2 : Analyse du design des moteurs

En utilisant le modèle de la phase 1, une étude paramétrique de l'influence du design des moteurs (position) sur les caractéristiques de vol du dirigeable sera effectuée :

- Design du dirigeable identique à celui de la phase 1
- Conditions de vol identiques à celles de la phase 1
- Positions des moteurs fournies par M. CONIL
- Température statique, Pression statique et selon condition de vol atmosphérique
- Fluide : air

*De 1 à 3 calculs pourront donc être réalisés lors de cette phase,*  
*L'objectif de cette phase est d'étudier des designs alternatifs afin de quantifier les gains obtenus.*

A l'issue de cette phase une réunion téléphonique sera organisée afin de présenter les résultats des simulations.

### Phase 3 : Analyse du design du stabilisateur horizontal

En utilisant le modèle de la phase 1, une étude paramétrique de l'influence du design du stabilisateur sur les caractéristiques de vol du dirigeable sera effectuée :

- Design du dirigeable identique à celui de la phase 1
- Conditions de vol identiques à celles de la phase 1
- Position des moteurs identique à une des configurations étudiées
- Position et dimensions du stabilisateur selon spécifications fournies
- Température statique, Pression statique et selon condition de vol atmosphérique
- Fluide : air

*De 1 à 3 calculs pourront donc être réalisés lors de cette phase,*

*L'objectif de cette phase est d'étudier des designs alternatifs du stabilisateur afin de quantifier les gains obtenus.*

A l'issue de cette phase une réunion téléphonique sera organisée afin de présenter les résultats des simulations.

### 1.3. Données nécessaires

En vue de la réalisation de l'étude, M. Paul CONIL fournira les éléments suivants :

#### Géométrie :

L'ensemble des données géométriques indispensables à la modélisation sera fourni dans un format standard de transfert CAO (ACIS, IGES, ParaSolid ou STEP) ou sous la forme de plans papiers.

#### Conditions aux limites :

Une condition de « champ lointain » sera utilisée pour imposer la pression statique, la température statique, la vitesse de l'air et la direction de la vitesse

Toutes les parois seront considérées adiabatiques.

Les moteurs seront pris en compte sous la forme de profil de vitesse. Les trois composantes de vitesses seront imposées de manières explicites (vitesse axiale, radiale et tangentielle) de manière à prendre en compte l'influence de la vitesse de rotation de l'hélice.

#### Fluides simulés

Le fluide simulé est de l'air se comportant comme un gaz parfait.

#### Hypothèse de modélisation

Nous préconisons de réaliser les calculs en régime permanent incompressible turbulent.

#### **1.4. Mise en œuvre**

Les calculs réalisés utiliseront la méthodologie suivante :

1. Réalisation et simplification de la géométrie,
2. Élaboration d'un maillage sur les CAO réalisées,
3. Mise en condition du calcul (prise en compte des caractéristiques thermophysiques des matériaux, prise en compte des conditions limites),
4. Calcul de la solution,
5. Analyse des résultats (Extraction des courbes, figures et grandeurs nécessaires à la bonne compréhension des écoulements),
6. Rédaction d'une note de synthèse incluant au minimum les courbes et figures précédemment extraite

## 2. PROPOSITION FINANCIERE

### 2.1. Détails de la prestation

La proposition financière de **TECHNI PROCESS** pour la réalisation de l'étude décrite ci dessus est détaillée dans le tableau suivant :

| Désignation                                                                                                                                                                                                                                        | Délai | Prix EUROHT        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------------|
| <b>Phase 1 : Simulation en condition de vol de croisière</b><br>Nettoyage/simplification de la CAO<br>Mise en donnée du calcul<br>Traitement des résultats<br>Rédaction d'une note de calcul<br>Réunion téléphonique de présentation des résultats |       |                    |
| <b>TOTAL PHASE 1</b>                                                                                                                                                                                                                               | 1 sem | 2450               |
| <b>Phase 2 : Analyse du design des moteurs</b><br><br>Tarif pour un calcul supplémentaire<br>Tarif pour 3 calculs supplémentaires                                                                                                                  |       | <br>+1750<br>+3500 |
| <b>Phase 3 : Analyse du design du stabilisateur</b><br><br>Tarif pour un calcul supplémentaire<br>Tarif pour 3 calculs supplémentaires                                                                                                             |       | <br>+1750<br>+3500 |

### 2.2. Conditions de paiement

30% de cette somme sont dus à la commande, le solde à la remise du rapport.

### 2.3. Livraison

A la fin de chaque phase, les résultats des calculs seront exploités et une note sera remise à M. CONIL. Cette note présentera les principaux résultats obtenus lors de l'étude et contiendra au minimum :

- Une note de synthèse décrivant les conditions de calcul,
- Les figures nécessaires à la bonne compréhension des calculs mis en œuvre
- La valeur des efforts et couples
- Nos conclusions et recommandations.

*Bon pour accord (phase 1) = 2 930,20 €*

Le Directeur  
de l'Incubateur Technologique  
Territorial de Corse

*Emmanuel Pierre*

**Emmanuel PIERRE**