



**Laboratoire PROMES-CNRS**  
**Horizon Europe “Powder-to-Power”**

**Cahier des Clauses Techniques Particulières**

**PRESTATION DE SERVICES POUR L’INSTALLATION D’UN  
SYSTEME DE CONVOYAGE DE PARTICULES DESTINE AU  
PROTOTYPE DE CENTRALE SOLAIRE THEMIS**



**Laboratoire PROMES-CNRS**  
**7, rue du four solaire**  
**66120 Font-Romeu Odeillo Via**  
**[www.promes.cnrs.fr](http://www.promes.cnrs.fr)**

## 1. Sommaire

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Sommaire .....                                                | 2  |
| 2. Contenu du document.....                                      | 3  |
| 3. Localisation du site d'intervention .....                     | 3  |
| 4. Contexte .....                                                | 3  |
| 5. Description du prototype dans sa configuration actuelle ..... | 4  |
| 6. Description générale du système de convoyage.....             | 5  |
| 7. Conditions environnementales générales .....                  | 7  |
| 8. Réglementation.....                                           | 7  |
| 9. Lexique.....                                                  | 7  |
| 10. Offre financière et technique à fournir .....                | 7  |
| 11. Description détaillée des prestations .....                  | 7  |
| 12. Matériel du CNRS disponible .....                            | 8  |
| 13. Matériel préconisé à fournir par le titulaire.....           | 9  |
| 13.1 Fourniture de matériel .....                                | 9  |
| 13.2 Moyens de manutention .....                                 | 9  |
| 13.3 Outillage .....                                             | 10 |
| 13.4 EPI et EPC.....                                             | 10 |

## 2. Contenu du document

Ce marché a pour objet la réalisation d'une prestation de services pour l'installation d'un système de convoyage de particules entre le sol et le niveau 82m de la tour Thémis. Ce marché porte sur l'installation des différents éléments déjà fournis par le CNRS et comprend à titre accessoire des fournitures.

## 3. Localisation du site d'intervention

L'assemblage sur site aura lieu à la centrale solaire « Thémis solaire innovation » à Targassonne, dans les Pyrénées Orientales, France.

Le site appartient au département des Pyrénées Orientales, le CNRS est locataire et exploitant de la tour solaire et des zones d'interventions prévues. Un accueil de grand public est organisé par le propriétaire certaines périodes de l'année, à l'écart des zones de travail prévues par le CNRS.

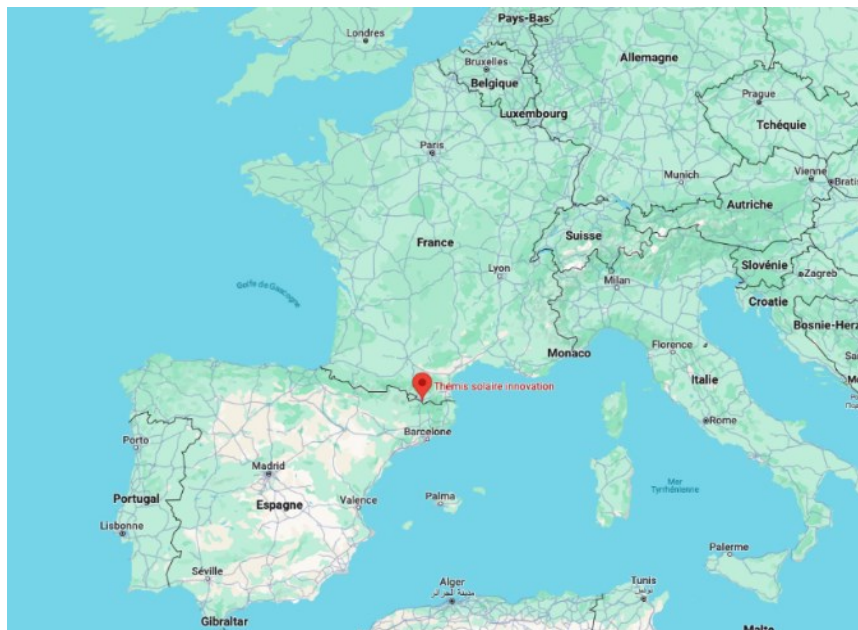


Figure 1. Localisation du site de Thémis

## 4. Contexte

Le laboratoire PROMES est un laboratoire du CNRS dont les recherches portent sur les procédés de conversion de l'énergie solaire concentrée en vecteurs énergétiques et sur les matériaux. Le laboratoire dispose de différentes installations dont deux majeures que sont le grand four solaire d'Odeillo et la tour Thémis à Targassonne (Pyrénées Orientales, France).

Le présent marché concerne le site de Thémis.

Dans le cadre du projet européen Powder-to-Power (P2P) financé par le programme Horizon Europe pour la recherche et l'innovation de l'union européenne sous le Grant Agreement n°1011122347, le CNRS étudie l'utilisation de particules fluidisées comme fluide caloporteur dans les centrales solaires thermodynamiques. Une nouvelle boucle à particules doit être installée dans la tour Thémis afin de tester un nouveau design à l'échelle pré-commerciale. C'est dans ce cadre qu'est publié le présent appel d'offre.

## 5. Description du prototype dans sa configuration actuelle

Le prototype de centrale solaire est actuellement en cours d'installation.

Une boucle fermée à particules est installée en haut de la tour (niveau 82m).

Cette boucle se compose de différents éléments à l'intérieur desquels circulent des particules chauffées par le rayonnement solaire concentré.

Au sol, proche de la tour, est installé le bloc de puissance permettant de stocker la chaleur et de la convertir en électricité.



Figure 2. Photos des installations en haut de la tour (gauche) et au pied de la tour (droite)

Un système de convoyage pneumatique des particules doit être installé pour connecter les deux installations et ainsi fermer le circuit des particules. Le rôle du système de convoyage sera de permettre la descente des particules chaudes (650°C) de la sortie du récepteur solaire (niv.82m) jusqu'à la cuve de stockage des particules chaudes (au sol) et de remonter les particules froides (350°C) de la sortie de l'échangeur jusqu'à la cuve de stockage des particules froides (niv. 82m). Le débit nominal des particules est de 16 tonnes/h.

Le design complet a été réalisé par le CNRS et un partenaire du projet P2P.

La fourniture des différents éléments du système de convoyage a fait l'objet d'un marché spécifique publié par un partenaire et tous les éléments majeurs seront déjà à disposition hormis les convoyeurs à vis qui devront être fournis lors du présent marché.

## 6. Description générale du système de convoyage

Le système de convoyage est divisé en deux parties :

- Le downcomer, pour descendre les particules chaudes du haut vers le bas de la tour.
- Le riser, pour remonter les particules refroidies du bas vers le haut de la tour.

### 6.1 Le Downcomer

Le downcomer se compose de 13 longueurs de 6 mètres de tuyauterie inox 304 de 8'' de diamètre (219mm) et de 3mm d'épaisseur et d'une section tubulaire concentrique permettant de compenser la dilatation thermique.

La totalité de la tuyauterie sera calorifugée et tous les matériaux seront fournis par le CNRS.

### 6.2 Le Riser

Le riser se compose de 14 longueur de 6 mètres de tuyauterie inox 304 de 8'' de diamètre (219mm) et de 3mm d'épaisseur, d'une longueur avec un coude pour le haut du riser et de 2 longueurs supplémentaires pour la connexion au reste de l'installation en haut de tour. La totalité de la tuyauterie sera calorifugée et tous les matériaux seront fourni par le CNRS.

La connexion du riser avec l'installation en pied de tour se fera au travers de deux vis sans fin ascendantes successives devant être fournies dans ce marché.

En bas du riser, un venturi permet de collecter les particules de la vis sans fin afin de les envoyer dans la section verticale. Un support métallique permettra de supporter le poids du riser et d'installer le venturi pour la connexion à la vis sans fin.

En sortie du riser un cyclone permettra de séparer les particules de l'air de convoyage.

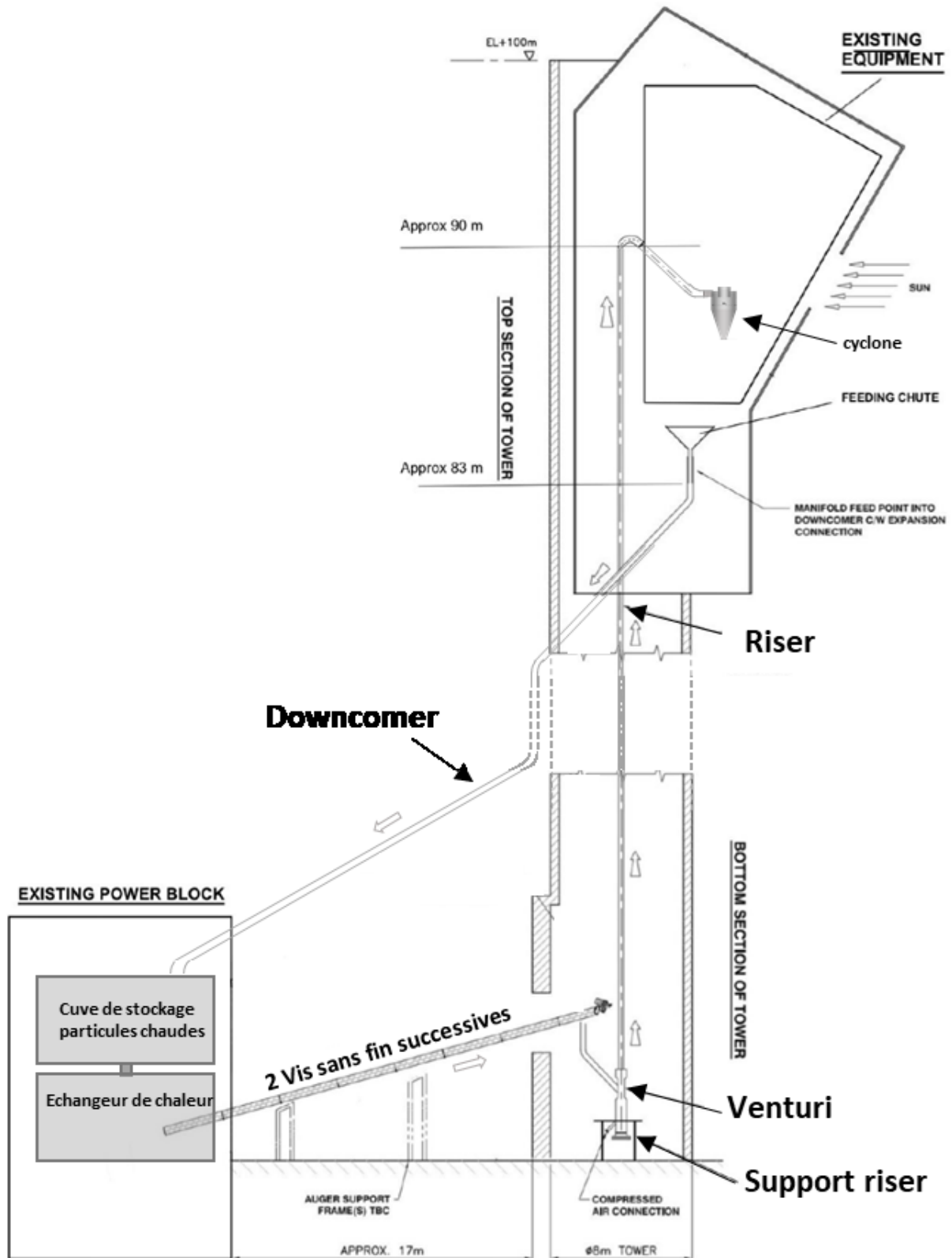


Figure 3. Schéma du convoyage pneumatique des particules

---

## 7. Conditions environnementales générales

Les prestations seront réalisées sur site au sol et sur toute la hauteur de la tour.

La tour Thémis est située à 1700 mètres d'altitude dans un climat montagnard. Des températures négatives y sont fréquentes de novembre à mai et le site est enneigé durant la saison hivernale.

## 8. Réglementation

Les personnels de l'entreprise titulaire intervenant sur le site devront avoir les formations de sécurité adaptées à la réalisation des prestations, notamment :

- risque incendie,
- travail en hauteur,
- manutention

Une visite technique du site aura lieu en fin d'exécution du marché, en présence du titulaire, afin de vérifier que l'installation finale respecte le cahier des charges.

## 9. Lexique

Le marché est conclu entre le CNRS d'une part et l'entreprise sélectionnée d'autre part. L'entreprise sélectionnée est dénommée « le titulaire » dans ce document.

## 10. Offre financière et technique à fournir

L'offre financière et technique doit inclure à minima :

- L'offre financière avec le détail des coûts.
- L'offre technique avec le détail des différentes prestations chiffrées.
- Un planning de réalisation après réception du bon de commande.

## 11. Description détaillée des prestations

Le présent marché porte sur l'installation du système de convoyage des particules.

Les différentes prestations à réaliser sont :

- Fabriquer et Installer les deux vis sans fin successives et leurs supports
- Installer le support du Riser (fourni par le CNRS)
- Installer le venturi du riser (fourni par le CNRS) et la connexion avec les vis sans fin. La connexion des vis se fera avec un flexible étanche résistant en température (350°C) afin de permettre la dilatation des vis (+/- 5cm).
- Réaliser la connexion avec le compresseur pour l'alimentation en air du venturi

- Installer la tuyauterie partant du venturi jusqu'au niveau 82m à l'intérieur du fût de la tour. Le poids de l'installation sera supporté en bas par le support métallique. Des guides permettront de maintenir la tuyauterie verticale tout en acceptant la dilatation thermique des matériaux.
- Installer la tuyauterie du downcomer partant du niveau 82m jusqu'à la cuve de stockage des particules au sol. Cette tuyauterie sera placée en extérieur le long du fût de la tour. Un support devra être réalisé en haut de la tour afin de maintenir la tuyauterie et seuls des guides/colliers seront installés le long de la tour afin de maintenir la tuyauterie tout en acceptant la dilatation thermique des matériaux.
- Installer le calorifugeage de toutes les tuyauteries.
- Installer le cyclone (fourni par le CNRS) en sortie du riser (avec support).
- Réaliser les différentes connexions en entrée et sortie des tuyauteries. Des raccords flexibles seront à prévoir à certains endroits afin d'accepter la dilatation des matériaux (+/- 25 cm en haut du riser)

La seconde vis sans fin entrera dans la tour par une ouverture déjà présente (environ 3m x 2m). Le titulaire doit prévoir de refermer l'ouverture autour de la vis afin d'éviter que les éléments naturels (pluie/neige) n'entrent par cette ouverture à l'intérieur de la tour.

## **12. Matériel du CNRS disponible**

Le CNRS met à disposition certains équipements de manutention :

- Un monte-charge d'une capacité de 2 tonnes et de dimensions 1m x 1,5m x 2m est disponible dans la tour.
- Un pont roulant télescopique de 20 tonnes est disponible en haut de la tour pour monter les éléments. Le pont se déploie en extérieur via une grande porte latérale pour monter les éléments ne pouvant pas passer dans le fût de la tour. La mise en œuvre et le pilotage de ce pont roulant sera fait par un personnel CNRS. La mise en œuvre de la charge sera fait par le titulaire sous la responsabilité du titulaire.



Figure 4. Photo du pont roulant télescopique disponible en haut de la tour

### 13. Matériel préconisé à fournir par le titulaire

Note : Le titulaire mettra en œuvre les moyens qu'il jugera nécessaires. Les paragraphes ci-après ne sont que des suggestions, le titulaire est libre de proposer d'autres matériels.

#### 13.1 Fourniture de matériel

Les principaux éléments seront fournis par le CNRS :

- Tuyauterie 8"
- Matériel pour le calorifugeage (rouleaux de laine de roche, rouleau d'aluminium en feuille)
- Le cyclone
- Le venturi
- Le support du riser

Cependant du matériel restera à fournir pour l'installation :

- Les deux vis sans fin de 11 mètres (convoyeurs)
- Les colliers guides de la tuyauterie et la boulonnerie associée
- Les flexibles haute température pour les connexions des vis sans fin (entrées/sorties)
- Petit matériel

#### 13.2 Moyens de manutention

Le pont roulant télescopique est limité dans ses déplacements à l'intérieur de la tour. Le titulaire devra utiliser son propre matériel permettant le déplacement des charges lourdes à

l'intérieur de la tour : palans, tire-fort, élingues, manilles, ... Etant donné la grande hauteur du convoyage des équipements adaptés devront être utilisés pour l'installation. Ils devront être détaillés dans l'offre.

### **13.3 Outillage**

Outre ces équipements particuliers, l'entreprise devra avoir à disposition notamment du matériel de soudage de l'inox avec le gaz nécessaire (soudure à l'argon), et tout le matériel nécessaire à l'installation de pièces mécaniques en inox sur site.

### **13.4 EPI et EPC**

Les principaux équipements de protection individuelle et collective devront aussi être détaillés dans l'offre.