

Rapport semestriel PEPSE du bénéficiaire UMONS **(Période : 01/01/2021 au 30/06/2021)**

1. Mise en œuvre du projet

1.1 Objectifs et tâches pour l'ensemble du projet (rappels)

Le projet PEPSE consiste en la conception, le développement et la mise en place des infrastructures et des équipements d'un poste d'essais pour des dispositifs de production, de stockage et de distribution de chaleur et de froid dans les bâtiments.

Le poste d'essai est « semi-virtuel » : les sources et charges peuvent être réels ou virtuels ; dans ce dernier cas, leurs comportements, dictés par les conditions de test, sont émulés ; un système de supervision et de contrôle pilote les interfaces physiques connectées au dispositif en test. Les interfaces sont alimentées en eau chaude et en eau froide par deux importants systèmes de production/distribution d'énergie (en chaud et en froid).

Le poste d'essais permettra de tester des dispositifs hydrauliques et/ou aérauliques, voire partiellement électriques. Il sera principalement utilisé par les autres projets de recherche du Centre mais également pour le prototypage par des équipes extérieures (soutien aux mémoires et thèses de doctorat), et aussi pour le test de systèmes commercialisés dans le cadre d'essais normalisés (nouveaux produits des entreprises du secteur) ou libres (tests en conditions réelles d'utilisation).

Le poste d'essais sera conçu de manière à pourvoir le site du CUZG en énergie thermique de chauffage, notamment par récupération de l'énergie des tests (autrement dit, la partie réservée au Centre d'Excellence en Efficacité Énergétique est énergétiquement autonome). De plus, il démontrera une performance énergétique exprimée par niveaux d'indicateurs énergétiques.

L'ensemble du projet s'articule autour des tâches (ou « Work Packages (WP) ») suivantes :

- Supervision et contact avec le secteur (WP1) : il s'agit de coordonner et supporter le projet et d'assurer un transfert d'information bilatéral avec le secteur.
- Etude préliminaire (WP2) : il s'agit de déterminer les caractéristiques du poste et d'assurer une complémentarité avec les équipements existants. Cette tâche comporte les aspects suivants :
 - Evaluation des besoins des utilisateurs potentiels du poste d'essais ;
 - Études bibliographique et technique des laboratoires d'essais existants ; contacts et visites de laboratoires de type analogue
 - Etablissement d'un inventaire des tests possibles.
- Conception et dimensionnement du poste d'essai (WP3), à la fois pour la partie « infrastructure physique » (WP3.1) et pour la partie « émulation et logiciel » (WP3.2). Cette tâche comporte les aspects suivants :
 - Prise de contacts préliminaires avec les fabricants ;

- Dimensionnement des équipements : taille, puissance et fonctionnalités des principaux équipements, y compris l'instrumentation, la régulation et le logiciel de supervision ;
- Description fonctionnelle et technique : rédaction de documents décrivant les équipements en termes de caractéristiques et fonctionnalités.
- Recherche des fournisseurs et commande des équipements (WP4) : rédaction et envoi des spécifications techniques (cahier des charges), réception, évaluation et procédure de sélection des offres.
- Montage et validation (WP5) : il s'agit de réceptionner et tester les équipements.

L'équipe de l'UMONS est impliquée dans les tâches WP2 à WP5.

1.2 Résumé des réalisations pendant la période

Sur base du Plan d'Actions, cette période s'inscrit dans le WP3 « Conception et dimensionnement du poste d'essai ». Cette Tâche WP3 implique également des actions dans la Tâche WP4.

Le WP3 est décomposé en WP3.1 pour la partie « matériel » et WP3.2 pour la partie « émulation et logiciel ». La tâche comporte les aspects suivants :

- Description fonctionnelle et technique d'équipements plus spécifiques comme la machine à 3 sources et la chambre climatique négative : rédaction de documents décrivant ces équipements en termes de caractéristiques et fonctionnalités (WP3.1) ;
- Mise au point d'outils logiciels permettant le calcul de points de fonctionnement et la simulation dynamique de l'ensemble de la plateforme d'essais (WP3.2).

La présente période a été dévolue à la tâche WP3, sous-tâche WP3.2 principalement. La Tâche WP3.1 est supposée être terminée sur base du Plan d'Actions. Une correction du Plan d'Actions sera nécessaire dans la mesure où la société désignée pour la réalisation des travaux doit fournir la documentation technique des équipements qui seront installés. Nous sommes dans l'attente de la documentation technique que doit fournir la société ; sans cette documentation il n'est pas possible de clôturer le volet 3.1 du WP3 qui est intimement lié à la Tâche WP4. Il y a cependant un travail mineur qui a été fait dans la cadre du WP3.1 et WP4

Pour l'UMONS, l'objectif principal de la Tâche WP3.2 est d'étudier par simulation le comportement du poste d'essais pour accélérer sa prise en main lorsque l'infrastructure sera disponible et d'alimenter ainsi la réflexion sur les protocoles de tests.

La répartition du travail a été plus précisément la suivante :

- Un travail conséquent dans « émulation et logiciel » (WP3.2) : la vérification du comportement du ballon de stockage en chaud et en froid pour diverses configurations des points de piquages ainsi que pour le cas particulier du modèle de 3000 L de Lacaze avec le logiciel Comsol.
- Un travail important dans « émulation et logiciel » (WP3.2) : la compréhension et la maîtrise des équations utilisées dans le logiciel COMSOL afin de pouvoir déterminer les paramètres influençant les calculs et donc les résultats.
- Un travail dans la conception et le dimensionnement « Hardware » (WP3.1) qui a consisté en 2 réunions Teams avec des sociétés ayant une expérience de terrain avec les ballons de stockage : dont 1 avec Mr Flahaux de Fondation Rurale de Wallonie (18/01) et 1 avec Mr Tak SPW Wallonie (20/04) et une réunion avec la société Climats-Tec (05/05) en ce qui concerne la chambre climatique négative.

- Un travail de suivi de chantier (WP4) avec Simon Cambier et Sweco qui a consisté en divers échanges de courriel et en une réunion Teams le 03.02.
- Un travail de communication, qui a consisté en deux réunions plénières avec les partenaires du projet PEPSE (22/03/2021 et 26/04/2021) avec présentation.

1.3 **Description détaillée de la mise en œuvre**

a. Tâches réalisées sur la période (et liens tâches antérieures)

Lors de cette période, le travail s'est concentré sur :

- Des tâches complémentaires de simulation du comportement statique et dynamique de certains composants du banc d'essais avec le logiciel COMSOL (volet 1).
- Des tâches de recherche de sociétés ayant des données mesurées de comportement de ballons (volet 2).
- Une tâche de redéfinition des besoins pour la chambre climatique négative (volet 3).
- Une tâche de communication avec les partenaires (volet 4).
- Une importante tâche de compréhension des diverses équations et solveurs utilisés par le logiciel COMSOL (volet 5)

Dans le volet 1 (WP 3.2) :

- Une première partie a consisté à simuler diverses configurations du ballon de stockage afin de voir l'impact sur les températures de sortie (Annexe 1.1).
- Une seconde étude à consister à simuler un ballon de 3000L selon les dimensions proposées par la société Lacaze ; ce ballon a été choisi car il correspond à des modèles utilisés sur des sites pour lesquels nous pourrions avoir des mesures in situ. L'étude a porté sur la différence des résultats obtenus en régimes laminaire et turbulent ainsi que sur les différences entre les résultats obtenus en fonctionnements dynamique et statique (Annexe 1.2).

Dans le volet 2 (WP 3.1) :

- Des contacts ont été pris avec des sociétés pouvant fournir des renseignements concrets comme des mesures in situ afin de pouvoir caler la modélisation des ballons tampons effectuée avec le logiciel Comsol. N'ayant pas encore reçu de mesures aucun rapport n'a pu être établi concernant la comparaison simulation – mesures.

Dans le volet 3 (WP 3.1) :

- Une réunion complémentaire a eu lieu avec la société Climats-Tec afin de redéfinir de manière plus claire les caractéristiques de la chambre climatique négative ce, sur base du complément d'étude mené durant les

derniers mois. Il était en effet important de préciser le fait que certains éléments indispensables au bon fonctionnement de la chambre climatique négative comme le refroidissement des équipements de chauffage sont déjà présents dans l'infrastructure. Ces précisions devraient permettre à la société Climats-Tec de proposer une chambre climatique au prix le plus juste.

Dans le volet 4 (tâche de communication) :

- o Une réunion plénière a eu lieu, pour laquelle nous avons produit une présentation (Annexe 4.1).

Dans le volet 5 (WP 3.2) :

- o Une première partie a consisté en une étude qui tend à « délimiter » le domaine de possibilités offertes par le logiciel COMSOL® pour modéliser le ballon d'eau pour le stockage sensible. En effet, choisir le régime d'écoulement (laminaire ou turbulent), choisir le type de calcul (stationnaire ou temporel) et l'épaisseur d'une paroi ont un impact énorme sur la convergence numérique, le temps de calcul, la précision des résultats, etc. (Annexe 5.1).
- o Une seconde partie a consisté à étudier la théorie qui sous-tend le logiciel COM-SOL® dans le cas spécifique de la modélisation des ballons d'eau comme système de stockage de chaleur sensible. Ce document ne constitue pas un manuel d'utilisation mais il contient quelques éléments de théorie aidant à une meilleure compréhension du logiciel COMSOL® dans le domaine qui nous occupe. (Annexe 5.2).

b. Retards dans l'avancement

Le déroulement du projet respecte le Plan d'Actions tel que revu en 2021 à l'exception de la finalisation de la Tâche WP3.1 pour les raisons évoquées ci-avant.

c. Suivi des acquisitions et commandes

Sans objet

d. Evolution du personnel

Sur la période allant du 1/1/2021 au 30/06/2021, le personnel engagé est :

- 1 ETP Dr. Ir à 100% pour les quatre premiers mois de la période.
- 1 ETP Master à 80%

1.4 Facteurs bloquants et facilitateurs lors de la mise en œuvre

Il n'y a pas de facteur bloquant au niveau des tâches prévues compte tenu du fait que les soumissionnaires avaient quasiment toute la période du premier semestre pour sélectionner les sous-traitants : les premières documentations techniques sont attendues pour le troisième trimestre 2021. Le retard par rapport au Plan

d'Actions (Tâche WP3.1) est donc essentiellement dû à un défaut d'adaptation du Plan (pour cette Tâche) en 2021.

2. Résultats obtenus

Le rapport relatif à la période précédente faisait état des résultats spécifiques suivants :

- L'étude en simulation des ballons de stockage
- un ensemble de résultats permettant de prévoir le comportement des futurs tests à réaliser sur les infrastructures PEPSE.
- un ensemble de résultats permettant de définir les paramètres à utiliser dans les émulations de composants comme le ballon chaud.
- la possibilité de créer un nouveau composant pour la simulation TRNSYS
- une meilleure compréhension des simulations des ballons avec le logiciel COMSOL.

Durant cette période les ballons de stockage ont fait l'objet d'une étude approfondie afin de pouvoir simuler et comprendre leur comportement au sein de la boucle de test dans différentes réalisations comme la hauteur des piquages ; l'étude a aussi porté sur un ballon existant chez un fournisseur potentiel.

Durant cette période un important travail de compréhension du logiciel COMSOL a été effectué et a ainsi permis de mettre en évidence les paramètres importants à considérer lors de l'utilisation du logiciel COMSOL.

Ces diverses considérations permettent aussi de tracer une ligne de conduite prioritaire en cas de démarrage du laboratoire de test sans avoir pu bénéficier de mesures in-situ d'un ballon : le premier test devra être celui d'un ballon de stockage de 3000 L identique à ceux installés dans les boucles hydrauliques de test.

En résumé, les résultats essentiels obtenus pendant cette période sont :

- un ensemble de résultats permettant la définition l'influence de la position des piquages
- un ensemble de résultats montrant la différence entre une simulation en régime laminaire et en régime turbulent (tout en sachant que le ballon doit présenter une stratification pour fonctionner de manière optimale).
- Un ensemble de résultats montrant la différence entre une simulation statique et dynamique
- Un guide permettant de comprendre comment utiliser correctement le logiciel COMSOL
- Un ensemble de résultats permettant de comprendre l'importance et l'influence de certains paramètres lors de simulation de ballons tampons

2.1 Impacts/Valorisation

Ce point est essentiellement traité par le partenaire CSTC et consiste à prendre des contacts avec de futurs utilisateurs potentiels des infrastructures. Ces contacts se sont poursuivis pendant cette période.

3. Coopération dans le cadre de partenariats-synergies et liens avec d'autres projets

Au cours de cette période les contacts ont été poursuivis avec le partenaire asbl CUZG qui gère la rénovation du bâtiment CUZG et donc qui est responsable de la fiche projet « infrastructures et rénovation » de la partie du bâtiment CUZG dans laquelle seront localisées certaines infrastructures du C3E2D, dont les infrastructures PEPSE. Il s'agissait essentiellement d'échange d'informations sur le chantier des travaux en cours.

4. Perspectives à venir

4.1 Travaux prévus pour la période suivante

Comme prévu dans le plan de travail, la période suivante sera consacrée à la Tâche WP3.2 ; en fonction de la réception de documents techniques il pourra y avoir quelques tâches liées au WP4 avec un feedback sur le WP3.1 le cas échéant.

Si possible un comparatif entre simulation et mesures in situ sur un ballon tampon devra permettre, au vu des connaissances acquises, de caler un modèle de ballon dans COMSOL et ainsi produire un modèle fiable pour les émulations TRNSYS et pour le logiciel C# re recherche de point de fonctionnement.

5. Publicité et information

Ce point est essentiellement à charge du coordinateur (CSTC).