

COGENER

Parc scientifique – Ecole Polytechnique fédérale de Lausanne

SPS

Rapport modifications 1^{ère} ligne

Capteur CEP 3

M. Christian Pécoud, Ing. EPFL

M. Jean-Sébastien Thély, Ing. ETS

Avril 2000

Table des matières

1.	Introduction	3
2.	Les modifications de la 1 ^{ère} ligne.....	3
2.1	La méthode de maintien des lamelles sur les couteaux à l'aide de clips	3
2.1.1	Idée initiale réalisée sur la ligne 1	3
2.1.2	Modifications de la méthode de maintien des lamelles à l'aide de clips	3
2.1.3	Réalisation sous Réserve	4
2.1.4	Proposition concernant les modifications des clips	5
2.2	Les supports du collecteur (annexes 2).....	5
2.3	Autres modifications.....	5
3.	Mise sur pied de la commande de la 2 ^e ligne	6
3.1	La structure	6
3.1.1	Les améliorations possibles (annexes 3)	6
3.1.2	Etat d'avancement des améliorations	6
3.2	Etat d'avancement des commandes.....	7
4.	Le planning (annexes 4)	7
5.	Conclusion.....	7
6.	Annexes	7

1. Introduction

Ce rapport a pour but d'évaluer l'état d'avancement des modifications de la 1^{ère} ligne de capteurs ainsi que la mise sur pied de la commande de la 2^e ligne.

2. Les modifications de la 1^{ère} ligne

Lors des tests sur la ligne de capteur déjà construite, il a été constaté certaines modifications à effectuer afin d'augmenter le rendement du système ou respectivement, diminuer les pertes.

2.1 La méthode de maintien des lamelles sur les couteaux à l'aide de clips

Dans le but d'un montage et d'un démontage aisé des lamelles, il a été proposé de maintenir les lamelles en position à l'aide de clips, tout en gardant dans l'idée le fait qu'il faille éviter la friction entre le verre et l'acier, afin de limiter les risques de fissures dues aux vibrations.

2.1.1 Idée initiale réalisée sur la ligne 1

L'idée initiale sur la ligne 1 consistait en un gabarit d'EPDM (catégorie des éthylènes propylène caoutchouté) placé en long sur un profilé en L en acier inoxydable. Ce profilé était découpé de telle sorte à pouvoir insérer facilement les lamelles de verre sans outil externe. Le gabarit était découpé de telle sorte que les lamelles avaient directement la position adéquate par rapport au collecteur. Ce matériau a été choisi pour sa mise en forme aisée et sa grande résistance aux conditions climatiques.

Cependant, il a été constaté durant les essais que ce matériau avait un coefficient de dilatation qui entraînait, lors de son échauffement, une défocalisation des rayons du soleil et, par conséquent, une baisse du rendement. Il a été estimé que la dilatation au bout du gabarit, compte tenu de sa longueur (env. 1,60 m) était de l'ordre de 4 mm.

2.1.2 Modifications de la méthode de maintien des lamelles à l'aide de clips

Dans le but de pallier le problème de dilatation cité dans le paragraphe précédent, différentes solutions ont été proposées.

Mini – clip en EPDM (annexes 1)

La première idée était d'utiliser les avantages de L'EPDM tout en éliminant son problème de dilatation, en fabriquant des mini – clips à insérer dans le profilé en L découpé à cet effet.

Compte tenu de sa petite taille, la dilatation joue un rôle très faible. Chaque mini – clip a la possibilité de se dilater de quelques microns, et s'il ne touche pas son voisin, en bout de structure, la dilatation sera toujours de quelques microns et non de 4 mm comme vu précédemment.

Le mini – clip étant inséré dans le profilé en acier, il y avait possibilité de garantir un bon positionnement. L'adaptation à la structure existante et le montage devaient être assez facile.

Nous n'avons pas retenu cette solution du fait de la complexité de la forme et de son manque de résistance mécanique en certains endroits de la structure.

Mini – clip en acier à ressort (annexes 1)

Dans cette solution, le profilé en L est également découpé de manière à ce que les lamelles en verre soient placées directement dans la bonne position. Le clip a pour but de plaquer la lamelle contre le profilé en L et de la retenir en cas de vent violent, afin d'éviter le décollement de la lamelle, ce qui risque de provoquer des vibrations et des fissures dues à la friction entre acier et verre. Les clips n'ont plus d'efforts à reprendre dans la direction longitudinale des profilés en L, les efforts sont repris par le profilé en L.

Cette solution présente les avantages suivants :

- également 1 seul profil de clip quelle que soit la position des lamelles
- faible encombrement compte tenu des caractéristiques mécaniques de l'acier
- facilité de mise en forme
- peu d'usinage pour la mise en place
- résistance du système

Cependant, certaines remarques ont été soulevées.

Le clip doit être suffisamment rigide pour retenir la lamelle en position tout en gardant une bonne élasticité pour le montage. Il va donc falloir trouver un compromis entre la facilité de montage et le maintien en position de la lamelle, en jouant sur la longueur des fils du clip.

La friction entre le verre et le gabarit en acier inoxydable peut être diminuée à l'aide d'un revêtement absorbant les vibrations. Nous sommes actuellement en contact avec des fournisseurs pour évaluer cette solution.

Le clip proposé serait fabriqué avec du fil à ressort. Du fait du faible diamètre du fil utilisé pour le clip, la surface d'appui qu'il exerce sur la lamelle peut être considérée comme faible (cf. annexe 1e), ce qui risque d'engendrer une contrainte importante dans le verre et le briser. Pour remédier à ce problème, on peut tenter d'augmenter la surface d'appui en rallongeant la partie du clip en contact avec le verre. Le fait de mettre une gaine autour du clip n'est pas la meilleure solution. En référence à une étude effectuée dans un laboratoire de l'EPFL (LESO) sur des clips en acier avec un revêtement, il a été constaté une augmentation de contraintes sur la liaison entre le verre et l'acier.

2.1.3 Réalisation sous Réserve

La solution retenue à présent est celle du clip en acier ressort cette solution nous paraît intéressante. Des tests sont en cours pour évaluer la résistance du verre et la résistance du clip à l'arrachement.

Pour une fabrication avec des séries de milliers de pièces, le coût des fournitures est intéressant, la forme du clip étant relativement simple.

Nous pouvons tester

- la résistance à l'arrachement des clips, en mesurant la force que l'on peut appliquer au clip avant qu'il ne s'arrache de son support ou qu'il ne se déforme
- la résistance du verre, en mesurant la force avec laquelle on peut tenter d'arracher le verre du clip avant qu'il ne se brise ou que le clip cède

Des recherches concernant les éventuels revêtements possibles dans le but d'éviter la friction entre le verre et l'acier sont en cours.

La solution finale ne sera définitive que lorsque les tests auront été effectués et que les résultats auront été analysés et approuvés.

2.1.4 Proposition concernant les modifications des clips

Un point important à prendre en considération dans cette idée est le fait qu'en découpant le profilé en L, on abaisse le plan miroir par rapport à son emplacement actuel. De ce fait, lorsque le capteur est en inclinaison maximale, certaines lamelles risquent de percuter les pieds. Il va donc falloir en couper une partie supplémentaire et par conséquent, perdre de la surface de réflexion. En comptant environ 3 cm d'abaissement de plan miroir, on obtient une perte de surface de réflexion de $0,14 \text{ m}^2$, ce qui correspond à environ 0,3 % de la surface réfléchissante.

Une solution à ce problème consisterait à usiner un gabarit en acier inoxydable (une simple plaque de même épaisseur que le profilé en L) sur lequel on viendrait positionner les lamelles, pour compenser la différence de hauteur. Ce gabarit viendrait fixé sur le profilé en L, étant tous deux du même matériau, leur coefficient de dilatation est identique, il ne risque pas d'y avoir de contraintes supplémentaires.

2.2 Les supports du collecteur (annexes 2)

Les rayons du soleil sont réfléchis et concentrés sur le collecteur, qui a pour but de transformer le rayonnement solaire en énergie thermique.

Les supports, tels qu'ils sont conçus pour l'instant, soutiennent le collecteur par le dessous. Ils provoquent ainsi une ombre sur le collecteur et dès lors, une perte énergétique. La surface de réflexion "perdue" est de l'ordre de 2 à 3 %.

L'idée générale consiste à supporter les collecteurs par le dessus et éviter ainsi cette ombre, tout en gardant la majeure partie des pièces des liaisons existantes. De plus, pour faciliter la pose du collecteur, il faut prévoir un système de support amovible et simple.

Cette solution est en voie de développement.

2.3 Autres modifications

Les autres modifications consistent en l'amélioration des prises de mesures de la partie capteur ainsi que le contrôle de sa géométrie à l'aide d'un système au laser.

Une méthode de contrôle de la géométrie est en cours d'élaboration. Nous sommes en contact avec différents fournisseurs et laboratoires de l'EPFL, pour mettre au point une méthodologie judicieuse dans notre cas de figure.

3. Mise sur pied de la commande de la 2^e ligne

Après un entretien avec la personne qui s'est occupée du montage de la première ligne, nous en sommes arrivés à la conclusion que certains éléments pouvaient être modifiés de manière à diminuer les coûts de fabrication ainsi qu'à faciliter le montage. Ces modifications consistent essentiellement dans la géométrie des pieds de la structure fixe.

3.1 La structure

Les pieds ont pour but de soutenir toute la structure, ils faillent donc qu'ils résistent au poids de l'ensemble ainsi qu'au moment de couple dynamique dû au vent. Il semblerait que la structure telle que réalisée pour la 1^{ère} ligne soit légèrement surdimensionnée, c'est pourquoi quelques idées d'améliorations ont été émises.

3.1.1 Les améliorations possibles (annexes 3)

En lieu et place de la grosse plaque de base du pied, il serait possible de souder des tubes à profil carré. Ces tubes se trouvent facilement chez les fournisseurs de profilés en acier et ont l'avantage d'être moins chers à usiner que des grosses plaques. Pour que le moment d'inertie du profilé carré soit identique à celui de la plaque, on peut utiliser une épaisseur de profilé relativement faible, d'où une mise en forme plus facile.

Pour augmenter la stabilité selon l'axe perpendiculaire au capteur, on peut espacer un peu plus les points d'accroche des pieds dans la dalle en béton.

Toujours pour des questions de stabilité et aussi de montage cette fois si, on peut solidariser les deux pieds centraux pour n'en faire qu'un. Le fait de rendre les pieds solidaires va faciliter leur alignement. De plus, il est possible d'éviter d'avoir des renforts latéraux, les efforts axiaux étant repris par le pied central.

Pour ce qui est du moteur-réducteur, les délais sont tels qu'il n'est pas envisageable de faire une nouvelle étude dans le cadre de la réalisation de la 2^e ligne. Par contre, il faudrait garder en tête la possibilité de diminuer la taille du réducteur et augmenter la surface réfléchissante, proportionnellement à la diminution de taille du réducteur.

3.1.2 Etat d'avancement des améliorations

Des appels d'offres ont été lancés pour les modifications suscitées. C'est en fonction des réponses aux appels que nous allons être en mesure de définir si le fait de modifier les pieds pour diminuer les coûts est valable.

3.2 Etat d'avancement des commandes

Nous attendons les résultats des tests avant de commander les modifications.

Les commandes de matériel de base nécessaire pour la 2^e ligne ont été effectuées.

4. Le planning (annexes 4)

Compte tenu des délais impartis lors de la fabrication de la 1^{ère} ligne, nous avons pu évaluer le temps qu'il faudrait pour la mise en œuvre de la 2^e.

Avec les modifications apportées à la 1^{ère} ligne ainsi que celles entrevues pour la 2^e, selon le planning, nous devrions être en mesure de débiter les tests mi-août. Nous prévoyons les mois d'août et septembre pour éprouver notre système couplé au cycle ORC du LENI.

5. Conclusion

Sous réserve des résultats des tests effectués, les solutions d'amélioration paraissent satisfaisantes.

Les clips en acier à ressort dans une première approche, semblent correspondre à nos attentes.

Les supports de collecteurs ne demandent pas un travail trop important et le gain en puissance thermique n'est pas négligeable.

Les prises de mesures du vent ainsi que du couple vont permettre de diminuer la taille de la structure et, par conséquent, les coûts de fabrications.

L'alignement au laser, va permettre, une meilleure focalisation des rayons solaires et ainsi, un accroissement du rendement.

6. Annexes

- 1a) Dessin du gabarit en EPDM, longueur 1,6 m, idée initiale
- 1b) Dessin du gabarit monté sur le profilé en L
- 1c) Dessin des mini - clips en EPDM
- 1d) Dessin de la découpe du profilé en L pour l'insertion des mini – clips et le positionnement des lamelles
- 1e) Dessin du clip en acier à ressort ainsi qu'une vue du montage
- 2) Dessin du support de collecteurs modifié (prise du collecteur par-dessus)
- 3a) Dessin du pied central avec les profilés carrés en lieu et place de la plaque de base
- 3b) Dessin du pied central avec la plaque de base
- 4) Planning proposé pour les modifications de la 1^{ère} ligne et la fabrication de la 2^{ème} ligne