

**Rapport du Conseil d'État au Grand Conseil**

(Du 31 août 2015)

**PROPOSITIONS DE LA COMMISSION PARLEMENTAIRE****Projet de décret portant octroi d'un crédit d'engagement de 4.000.000 francs pour la réalisation de la troisième étape d'assainissement du revêtement pierreux des façades ventilées des bâtiments de la Faculté des sciences de l'Université, au Mail à Neuchâtel**

*La commission parlementaire Façades Unimail,*

composée de M<sup>mes</sup> et MM. Philippe Haerberli (président), Michel Bise (vice-président), Laurent Debrot (rapporteur), Fabio Bongiovanni, Yann Sunier, André Obrist, Corine Bolay Mercier, Sylvie Fassbind-Ducommun, Diego Fischer, Stephan Moser et Pierre-André Currit (*Doris Angst a remplacé MM. Fischer et Debrot lors de la 1<sup>e</sup> et de la seconde séance*), (*Michel Zurbuchen a remplacé Yann Sunier lors de la seconde séance*),

*fait les propositions suivantes au Grand Conseil:*

**Commentaire de la commission*****Visite locale***

La commission s'est réunie, une première fois, le 5 octobre 2015 à Unimail. La séance a commencé par une visite locale qui a permis aux commissaires de se faire une idée du problème du vieillissement prématuré des plaques de marbre qui recouvrent la quasi-totalité des façades des divers bâtiments. Elle a pu observer la manière dont les plaques sont régulièrement contrôlées une à une, puis marquées, surveillées et enfin changées quand elles deviennent trop fragiles et dangereuses. Les plaques sont posées les unes sur les autres, il est ainsi difficile de n'en changer qu'une au milieu. Certaines parois ont été déjà entièrement changées avec des plaques en granit du Tessin qui ne devraient pas avoir de problème de dégénérescence. Pour éviter tout risque d'accident lors de chute de dalles, le service des bâtiments a fait sécuriser l'abord de certaines façades avec des barrières; d'autres, avec des platebandes ou des buissons, offrent une certaine sécurité naturelle.

***Qualité des plaques de marbre***

La discussion s'est ensuite poursuivie dans une salle de l'Université. La problématique de la dégradation des pierres a été longuement discutée. Cela est visible à l'œil nu, et c'est du reste ce qui en fait son charme, le marbre n'est pas homogène. Ainsi lors de l'apparition des premières dégradations décrites dans un rapport en novembre 1998 déjà (soit 4 ans après la construction de la première partie), il était envisagé que ce problème ne concerne que certaines pièces, taillées dans une veine particulière de la carrière. Ce n'est que dernièrement, que les experts ont dû admettre que le mal touchait et touchera l'ensemble des pièces. Le rafistolage ponctuel n'est dès lors plus satisfaisant, raison pour laquelle le Conseil d'État propose un renouvellement complet étalé sur ces 4 prochaines années, durée estimée optimale pour un travail sur un bâtiment en fonction.

## ***Responsabilité***

Un expert mandaté pour analyser le phénomène de dégradation a conclu en 2004 et 2005 que le marbre blanc-bleuté de Savoie n'était pas approprié à l'utilisation en façade ventilée. Une procédure judiciaire avec demande en dommages et intérêts a dès lors été déposée. Ce n'est qu'en décembre 2014 que le tribunal a rejeté les demandes de l'État, arguant, en outre, que la Commission de construction de l'époque comprenait des professeurs de géologie qui auraient dû eux même mettre en garde les architectes. Cet argument, qui met en cause les compétences et les devoirs d'une commission de construction en lui rejetant la responsabilité a étonné de nombreux juristes, de même que certains éléments liés à la prescription invoquée. Ainsi, le Conseil d'État a fait recours en janvier 2015.

Le 1<sup>er</sup> décembre 2015, la Cour d'appel civile a rejeté l'appel et confirme le jugement du Tribunal civil du Littoral et Val-de-Travers du 17 décembre 2014.

Le Conseil d'État a par ailleurs chargé le service des bâtiments (SBAT) de compléter ses procédures concernant le suivi des constructions après la remise des ouvrages afin de ne pas rater des échéances en matière de garantie.

## ***Isolation de la façade***

Des commissaires se sont étonnés que le Conseil d'État ne propose pas, en profitant de la mise à nu de la façade, d'améliorer l'isolation de celle-ci. Cette opportunité avait déjà été évoquée en 2007 au Grand Conseil lors de la précédente demande de crédit pour l'assainissement de la façade (Rapport façades du complexe universitaire d'Unimail 07.008). Un dessin en coupe d'un mur a été donné à la commission; il montre que devant un mur en béton d'épaisseur variable, il a été posé 10 centimètres de laine de pierre. Les plaques de marbre de 3 centimètres, laissent ensuite un vide ventilé de 5 centimètres. Si cette isolation était considérée comme bonne à l'époque, il est probable qu'aujourd'hui, pour respecter les standards Minergie, il faudrait en tout cas 20 centimètres d'isolation.

Toutefois, le SBAT considère ce bâtiment comme faisant partie du "Top Ten" des bâtiments de l'État pour sa qualité énergétique. Il estime qu'il y a aujourd'hui d'autres priorités pour l'assainissement de bâtiments dont le ratio coût-bénéfice énergétique est bien meilleur.

## ***Façade solaire***

L'opportunité de remplacer les plaques de marbre par des panneaux photovoltaïques a aussi été évoquée. En effet, en regard au coût important de plus de 750 francs le m<sup>2</sup> du remplacement par des éléments en granit, les capteurs solaires pourraient s'avérer être une solution de rechange intéressante et permettraient de profiler Neuchâtel et son Université dans un domaine dont elle est leader.

Le Conseil d'État annonce qu'un projet est déjà en cours pour couvrir les toits, avec une réserve technique sur la statique et l'étanchéité de ceux-ci, mais il estime que l'orientation des principales façades n'est pas favorable au solaire. En outre, les plaques de la principale façade ouest ont déjà été complètement remplacées. Les autres façades étant déjà partiellement recouvertes avec les nouveaux revêtements, il faudrait enlever ceux-ci pour les remplacer par des capteurs.

Enfin, il n'est pas souhaité que l'on dénature le bâtiment par un revêtement trop différent de celui d'origine.

## ***Etude complémentaire***

La commission a toutefois demandé au Conseil d'État une étude complémentaire pour étudier la variante de parois solaires. Elle s'est réunie une seconde fois le 20 avril 2016 pour en prendre connaissance au travers d'une note du SBAT qui est jointe en annexe au présent rapport.

La proposition concerne la pose de capteurs solaires sur le bâtiment de l'animalerie et les faces Sud à l'Est et à l'Ouest du bâtiment principal, soit 951m<sup>2</sup>. Les autres façades n'ont pas été prises en compte pour des problèmes techniques et esthétiques. D'autre part des plaques ayant déjà été changées, il convenait soit de les laisser, soit de garder l'opportunité de les déplacer sur des façades qui resteraient tel que prévues initialement.

Une majorité de la commission s'est réjoui de la possibilité d'intégrer dans un bâtiment emblématique un symbole fort de modernité et de dynamisme. Les commissaires seraient heureux qu'un partenariat avec le CSEM puisse voir le jour et que ce chantier puisse être une opportunité à saisir pour soutenir l'innovation dans le canton.

La commission relève que le coût supplémentaire est à la limite de la rentabilité et qu'il se situe dans la limite de la durée de vie des panneaux photovoltaïques, entre 25 et 30 ans. Il a été rappelé que cette longévité, toute théorique, ne concerne que la production électrique, mais qu'en tant que couverture de façade elle sera largement supérieure.

Le Conseil d'État relève que l'étude complémentaire en est au stade de la faisabilité et qu'il conviendra encore de veiller à l'intégration architecturale et définir des choix technologiques.

La commission propose d'augmenter le crédit de 500'000 francs correspondant à la variante solaire la plus élevée. Cet amendement ne valide pas pour autant cette solution particulière mais offre au Conseil d'État une marge de manœuvre suffisante pour affiner et concrétiser le projet. La commission estime toutefois que ce montant ne devrait pas être entièrement utilisé.

### ***Financement***

Le financement par la Confédération est exclu, car le remplacement des façades est clairement de l'entretien qui est à la charge des cantons. Concernant les parois solaires, un subventionnement par la RPC n'est pas envisageable au vu de la longueur des listes d'attente.

### ***Position de la commission***

Les commissaires ont été partagés lors de l'entrée en matière. Certains reprochaient que des alternatives concernant l'isolation ou la pose de capteurs solaires n'aient pas été étudiées, d'autres ont reconnu l'urgence, entre autre liée à la sécurité des personnes, et ont estimé qu'il n'y avait pas d'autres alternatives raisonnables. L'amendement qui résulte de l'étude complémentaire a été jugé comme un bon compromis par une grande majorité de la commission.

### **Entrée en matière (art. 171 OGC)**

Par 8 voix contre 3, la commission propose au Grand Conseil d'entrer en matière sur ce projet de décret, puis de le modifier comme suit:



Note du: 11 avril 2016  
**Auteur:** Service des bâtiments de l'Etat (SBAT)  
**A l'attention de:** M. Laurent Kurth, conseiller d'Etat, chef DFS  
**Concerne :** Unimail / Faculté des sciences – Rue Emile-Argand 11 à Neuchâtel Note complémentaire au rapport 15.040

---

**Contexte:**

Lors de sa séance du 5 octobre 2015, la commission parlementaire *Façades Unimail* a examiné le rapport du Conseil d'État adressé au Grand Conseil à l'appui d'un projet de décret portant octroi d'un crédit d'engagement de 4.000.000 francs pour la réalisation de la troisième étape d'assainissement du revêtement pierreux des façades ventilées des bâtiments de la Faculté des sciences de l'Université, au Mail à Neuchâtel.

Des questions et remarques ont été émises de la part des commissaires quant à l'opportunité de remplacer les plaques de marbre par des panneaux solaires photovoltaïques. Le Conseil d'État a informé la commission que le service des bâtiments (SBAT) avait pris contact avec les instituts neuchâtelois spécialisés dans le domaine du photovoltaïque pour réexaminer la question de l'installation de panneaux solaires.

Suite à cette séance, la commission a estimé que, si des solutions techniquement, esthétiquement et financièrement satisfaisantes pouvaient être envisagées, un pas dans le sens souhaité par certains commissaires pourrait être fait sans dénaturer le bâtiment en envisageant la pose de panneaux solaires.

Dans l'attente d'intégrer le résultat de ces nouvelles études à la note qui a été sollicitée du SBAT, la commission a décidé de suspendre ces travaux et de présenter un rapport au Grand Conseil lorsqu'elle aurait toutes les informations nécessaires pour se prononcer.

**Compléments demandés:**

Une réflexion supplémentaire a été demandée au SBAT par la commission *Façades Unimail*: il s'agit d'examiner si des solutions réunissant l'intégration architecturale (dimension des modules), la technique (système d'accrochage des panneaux et spécifications électriques) et les coûts pouvaient être envisagées en intégrant des panneaux solaires photovoltaïques sur le bâtiment de l'animalerie et éventuellement sur les deux ailes situées aux extrémités Est et Ouest de la façade Sud du bâtiment principal.

**1. OBJET**

Le Service des bâtiments a établi un projet d'assainissement du revêtement pierreux des façades ventilées du bâtiment Unimail.

Il s'agissait, afin de pallier les graves défauts structurels que présentent les plaques de marbre blanc bleuté de Savoie, de les remplacer dans leur intégralité par des plaques en granit Onsernone.

Dans le cadre de cette réflexion et notamment afin de marquer l'excellence du Canton de Neuchâtel dans les technologies du solaire photovoltaïque, le SBAT a mandaté le bureau *Masai Conseils SA* établi à Cernier afin d'évaluer dans quelle

mesure, deux zones de la façade Sud du bâtiment principal ainsi que l'entier des façades de l'animalerie pourraient être revêtues de panneaux solaires photovoltaïques.

Le présent rapport d'avant-projet vise à décrire les possibilités offertes par une façade solaire photovoltaïque tant du point de vue architectural, technique, notamment pour le système d'accrochage, qu'énergétique et financier.

## 2 INTÉGRATION ARCHITECTURALE

### 21. Le cahier des charges

Le Service des bâtiments a mené une réflexion sous tendue par, d'une part la possibilité de récupérer les panneaux de marbre ayant déjà été remplacés par des panneaux en granit et, d'autre part, les impératifs d'harmonie architecturale d'autant plus primordiale que le bâtiment étudié est extrêmement visible.

Ainsi, la réflexion du présent avant-projet a-t-elle porté sur la totalité de la façade de l'animalerie ainsi que deux grandes fenêtres aux extrémités Est et Ouest de la façade Sud du bâtiment principal (voir plans d'implantation des panneaux solaires en façades, en annexe 1).

### 22 Les variantes en termes de taille des modules

#### Variante A: modules photovoltaïques de la taille des plaques existantes

Pour le bâtiment de l'animalerie, nous avons identifié quatre dimensions différentes de plaques:

- 250 pièces de 0.43 x 1.070 m<sup>1</sup>
  - 32 pièces de 0.43 x 0.930 m<sup>1</sup>
  - 44 pièces de 0.43 x 0.610 m<sup>1</sup>
  - 996 pièces de 0.43 x 1.610 m<sup>1</sup>
- } panneaux situés sur les arêtes du bâtiment

Soit, l'équivalent en surface pour (y compris joint

d'ombre): Façade Nord: ..... 276.00 m<sup>2</sup>  
Façade Est: ..... 187.00 m<sup>2</sup>  
Façade Sud: ..... 209.00 m<sup>2</sup>  
Façade Ouest: ..... 190.00 m<sup>2</sup>  
**Total: ..... 862.00 m<sup>2</sup>**

Pour le bâtiment principal, une unique dimension:

- 144 pièces de 0.43 x 1.440 m<sup>2</sup>

Soit, l'équivalent en surface pour:

Façade Sud – aile Est :..... 44.50 m<sup>2</sup>  
Façade Sud – aile Ouest : ..... 44.50 m<sup>2</sup>  
**Total: ..... 89.00 m<sup>2</sup>**

**Total animalerie et Façade Sud: .. 951.00 m<sup>2</sup>**

Voir le plan des types de panneaux solaires, variante A, en annexe 2

Dans une première approche, nous avons imaginé des panneaux anthracites/noirs dont les inter-connecteurs seraient cachés.

Ces panneaux devraient bien entendu être fabriqués sur mesure.

Une sous variante A1 - consisterait à fabriquer ces panneaux solaires avec une teinte bleue, ce qui impliquerait à la fois un surcoût, mais aussi une perte de rendement allant de 4 à 20% en fonction de la technologie retenue.

### **Variante B: modules photovoltaïques de la grandeur de deux hauteurs plaques existantes** (surfaces identiques à la variante A)

Pour le bâtiment de l'animalerie, nous avons identifié quatre dimensions différentes:

- 125 pièces de 0.88 x 1.070 m<sup>1</sup>
  - 16 pièces de 0.88 x 0.930 m<sup>1</sup>
  - 22 pièces de 0.88 x 0.610 m<sup>1</sup>
  - 498 pièces de 0.88 x 1.610 m<sup>1</sup>
- } panneaux situés sur les arêtes du bâtiment

Pour le bâtiment principal, une unique dimension:

- 72 pièces de 0.88 x 1.440 m<sup>2</sup>

Voir le plan des types de panneaux solaires, variante B, en annexe 3

De même que pour la variante A, dans une première approche, nous avons imaginé des panneaux anthracites/noir dont les inter-connecteurs seraient cachés.

Une sous variante B1 - consisterait à fabriquer ces panneaux solaires avec une teinte bleue, ce qui impliquerait, comme précédemment, à la fois un surcoût, mais aussi une perte de rendement.

Ces panneaux devraient bien entendu être fabriqués sur mesure.

### **Variante C: modules photovoltaïques de dimension standard**

La dimension standard d'un panneau est d'environ 1.00 x 1.60 m<sup>2</sup>, ce qui ne correspond pas au calepinage existant des plaques de marbre.

Nous n'avons, à ce stade, pas retenu cette variante qui ne répond pas au cahier des charges du point de vue architectural.

Toutefois, dans l'hypothèse où le choix se porterait sur cette variante présentant un calepinage décalé par rapport à l'existant, il s'agirait, dans le cadre de la pose, en façade, de panneaux standards, de résoudre avec soin les questions statiques et de résistance au feu, qui sont très délicates.

## **3. TECHNIQUE**

### **3.1. Le cahier des charges**

L'objectif fixé était de pouvoir poser ces panneaux solaires photovoltaïques en reprenant la structure porteuse des plaques de marbre existantes.

Il était également souhaité d'une part de conserver les joints d'ombre et d'autre part que le système d'accrochage ne soit pas visible, et ce afin de conserver l'esprit de la façade.

Sur la façade du bâtiment principal, il était envisageable que les panneaux n'affleurent pas et se trouvent légèrement en avant de la façade actuelle.

### **3.2 Le système d'accrochage des panneaux**

Le système d'accrochage des panneaux proposé est illustré à l'annexe 4.

Afin qu'aucun point d'attache ne soit visible sur la façade, la proposition est de coller une équerre en aluminium à l'arrière des panneaux.

Cette dernière viendrait fixée sur un profilé en aluminium spécial qui reprendrait les panneaux deux par deux. Ce dernier serait lui-même repris sur les profilés verticaux existants.

Ainsi, il serait possible de conserver les joints d'ombre et de réutiliser la structure porteuse existante.

### 3.3. Spécifications électriques

Les panneaux solaires photovoltaïques fonctionnent grâce à des matériaux semi-conducteurs qui convertissent une partie du rayonnement du soleil en électricité. Les panneaux font cette conversion avec des rendements qui vont de 10 à 20% au maximum. Ils sont généralement assemblés en groupe, reliés par des câbles à plusieurs dispositifs qui gèrent leur électricité afin de la stocker dans des batteries ou de la rendre compatible avec l'électricité du réseau.

Pour définir une installation photovoltaïque, on ne parle pas de sa surface mais de sa *puissance en Kilowatt-crête (kWc)*, à savoir la puissance électrique qu'un ensemble de panneaux peut délivrer dans des conditions standardisées d'ensoleillement: les panneaux reçoivent perpendiculairement un rayonnement solaire d'une puissance de  $1000 \text{ W/m}^2$  à une température de  $25^\circ\text{C}$  (ils ne sont pas échauffés par le rayonnement solaire). Ainsi, pour atteindre une même puissance de crête, des panneaux solaires avec une efficacité de 20% occupent deux fois moins de place que des panneaux avec une efficacité de 10%.

Dans la réalité, les conditions nécessaires à atteindre la puissance de crête sont rarement réunies: le ciel est souvent nuageux, l'angle d'arrivée du soleil sur les panneaux varie

dans la journée et au fil de saison, et la température des panneaux s'élève sous l'effet du rayonnement solaire - ce qui diminue leur rendement. D'autant que des pertes dans le câblage et les dispositifs qui gèrent l'électricité réduisent la performance générale.<sup>1</sup>

#### Variante A: modules photovoltaïques noirs de la taille des plaques existantes

Pour le bâtiment de l'animalerie:

- façade Est: ..... 21.36 kWc
- façade Sud: ..... 23.84 kWc
- façade Ouest:..... 21.48 kWc
- façade Nord:..... 31.76 kWc      soit un total de 98.44 kWc

La production électrique de ces panneaux varie bien évidemment avec l'ensoleillement et donc leur orientation. Pour le bâtiment de l'animalerie, la question pourrait se poser de la pertinence de poser des panneaux solaires photovoltaïques en façade Nord. En l'occurrence, l'idée retenue ici est que cela permet d'avoir une façade homogène et, même si la production photovoltaïque sera environ 4 fois inférieure à celle de la façade Sud, elle sera supérieure à celle de façades en granit.

Ainsi, la production électrique moyenne de ce bâtiment sera de l'ordre de **37'000 kWh/an**.

Pour le bâtiment principal, chacune des deux fenêtres aurait une puissance de 5.47 kWc, soit un total de 10.94 kWc, ce qui représente une production électrique moyenne de l'ordre de **7'000 kWh/an**.

---

<sup>1</sup> Source: energie-environnement.ch

Récapitulatif:

Animalerie..... 98.44 kWc ..... 37'000 kWh/an

Bâtiment principal .... 10.94 kWc ..... 7'000 kWh/an

**Total ..... 109.38 kWc ..... 44'000 kWh/an**

Si l'on considère une consommation moyenne annuelle par ménage de 3'500 kWh/an, l'installation globale produirait annuellement la consommation d'environ 13 ménages.

### **Variante A1: modules photovoltaïques bleutés de la taille des plaques existantes**

Les puissances à considérer seraient diminuées de l'ordre de:

- 4% (technologie Kromatix) à 94.5 kWc pour l'animalerie et 10.5 kWc pour le bâtiment principal.
- 20% (verres émaillés) à 78.76 kWc pour l'animalerie et 8.76 kWc pour le bâtiment principal.

### **Variante B: modules photovoltaïques noirs de la grandeur de deux plaques existantes**

Pour le bâtiment de l'animalerie:

- façade Est: ..... 22.15 kWc
- façade Sud: ..... 24.80 kWc
- façade Ouest: ..... 22.29 kWc
- façade Nord: ..... 32.95 kWc

soit un total de 102.19 kWc, ce qui représente une production électrique moyenne de l'ordre de **39'000 kWh/an**.

Pour le bâtiment principal, chacune des deux fenêtres aurait la même puissance que dans la variante A.

La production électrique moyenne pour les deux bâtiments s'élève à **46'000 kWh/an**

### **Variante B1: modules photovoltaïques bleutés de la grandeur de deux plaques existantes**

Là encore, les puissances à considérer seraient diminuées de 4 ou de 20% en fonction de la technologie choisie.

## **4. COÛTS**

### **4.1. Le cahier des charges**

L'objectif, en termes financiers, est que le prix de la fourniture et pose de ces panneaux solaires photovoltaïques soit comparable à celui des plaques de granit Onsernone.

Pour l'animalerie, la dépose et l'échange complet du solde des plaques y compris échafaudages, honoraires et divers et imprévus s'élève à 968'000 francs TTC (source rapport 15.040, p9), ce qui représente en moyenne 1'123 Frs/m<sup>2</sup>.

Dans ce montant, le démontage et évacuation de la pierre existante avec triage des déchets est devisé à environ 110 Frs/m<sup>2</sup>. Nous avons également considéré que ce montant incluait les coûts d'échafaudage et les moyens de levage.

## 42 Estimation du prix (investissement) des variantes

Afin de consolider l'estimation des coûts, au stade d'une demande de crédit, nous avons sollicité plusieurs fournisseurs et entreprises afin d'obtenir des offres (fabricants et poseurs).

Les montants articulés incluent la fourniture ainsi que la pose des panneaux solaires photovoltaïques (y compris fixations) et des éléments électriques (câbles, chemins de câbles, onduleurs, protection contre la foudre, systèmes de surveillance et de mise à terre), les coûts liés à l'ingénierie sont également compris.

En revanche, les échafaudages et l'éventuel renouvellement d'isolation de la façade ne sont pas inclus.

### Variante A: modules photovoltaïques noirs de la taille des plaques existantes

Pour les deux bâtiments :

	<i>Frs.</i>
Panneaux solaires.....	424'000. –
Système de fixation F+P .....	412'000. –
Chemin de câbles .....	6'000. –
Transport et évacuation déchets .....	9'000. –
Câbles DC .....	7'400. –
Onduleurs .....	37'000. –
Montage.....	36'000. –
Ingénierie .....	46'000. –
Raccordement au réseau .....	65'000. –
Echafaudage .....	0. –
Levage complémentaire .....	10'000. –
Maçonnerie, percements.....	15'000. –
Frais divers .....	5'000. –
Total HT.....	1'072'400. –
TVA 8%.....	85'792. –
<b>Total TTC .....</b>	<b><u>1'158'192. –</u></b>

Ce qui représente 1'218 Frs/m<sup>2</sup>

Si l'on ajoute le prix de la dépose des plaques, des échafaudages et des moyens de levage (soit 110 Frs/m<sup>2</sup>), on a un total de 1'328 Frs/m<sup>2</sup>, ce qui représente une plus-value de 205 Frs/m<sup>2</sup>, soit 195'000 francs par rapport à la variante granit.

### Variante A1: modules photovoltaïques bleus de la taille des plaques existantes

Cette variante engendrerait un surcoût de 90'000 francs par rapport à la variante A.

## Variante B: modules photovoltaïques noirs de la grandeur de deux plaques existantes

Pour les deux bâtiments :

	<i>Frs.</i>
Panneaux solaires.....	325'000. –
Système de fixation F+P .....	412'000. –
Chemin de câbles .....	6'000. –
Transport et évacuation déchets .....	9'000. –
Câbles DC .....	7'400. –
Onduleurs .....	37'000. –
Montage.....	31'000. –
Ingénierie .....	46'000. –
Raccordement au réseau .....	65'000. –
Echafaudage .....	0.
–	
Levage complémentaire .....	10'000. –
Maçonnerie, percements.....	15'000. –
Frais divers .....	5'000. –
Total HT.....	968'400. –
TVA 8%.....	77'472. –
<b>Total TTC .....</b>	<b><u>1'045'872.</u></b>
<b>=</b>	

Ce qui représente 1'100 Frs/m<sup>2</sup>

Si l'on ajoute le prix de la dépose des plaques, des échafaudages et des moyens de levage (soit 110 Frs/m<sup>2</sup>), on a un total de 1'210 Frs/m<sup>2</sup>, ce qui représente une plus-value de 87 Frs/m<sup>2</sup>, soit 83'000 francs par rapport à la variante granit.

## Variante B1: modules photovoltaïques bleus de la grandeur de deux plaques existantes

Pour cette variante, le surcoût s'élèverait de 45'000 francs par rapport à la variante B.

### 43. Coût rectifié pour le remplacement du revêtement pierreux

Nouvelle évaluation du coût, intégrant la récupération des plaques de granit de l'animalerie et des surfaces de panneaux solaires.

(prix sur la base des soumissions des entreprises)

	<i>Frs.</i>
– Animalerie:	
Dépose complet des plaques yc échafaudages, honoraires et divers et imprévus .....	290.500.–
– Aile Nord-Est:	
Dépose et échange complet du solde des plaques (45 plaques récupérées de l'animalerie) yc échafaudages, honoraires et divers et imprévus .....	834.000.–
– Aile Nord-Ouest:	
Dépose et échange complet du solde des plaques yc échafaudages, honoraires et divers et imprévus .....	880.000.–
– Ailes Sud-Est et Sud-Ouest:	

Dépose et échange complet du solde des plaques (hormis sur les deux surfaces de panneaux solaires) yc échafaudages, honoraires et divers et imprévus ..... 1.221.500.–

**Total remplacement revêtement pierreux ..... 3.226.000.–**

Récapitulatif général:

	Variante A	Variante A1	Variante B	Variante B1
Remplacement des plaques	3.226.000.-	3.226.000.-	3.226.000.-	3.226.000.-
F+P panneaux solaires	1.158.192.-	1.248.192.-	1.045.872.-	1.090.872.-
<b>Total</b>	<b>4.384.192.-</b>	<b>4.474.192.-</b>	<b>4.271.872.-</b>	<b>4.316.872.-</b>
<b>Plus-value par rapport au coût initial</b>	384.192.-	474.192.-	271.872.-	316.872.-
	<b>9.6%</b>	<b>11.9%</b>	<b>6.8%</b>	<b>7.9%</b>

#### 4.4. Analyse des possibilités de subvention et revenus

Une façade photovoltaïque est, par définition, active, c'est-à-dire qu'elle produit du courant électrique.

A l'heure actuelle, la rétribution à prix coutant de Swissgrid n'est pas envisageable car la liste d'attente à ce jour ne sera, dans l'état actuel des choses, jamais épuisée.

Les puissances du projet, supérieures à 30 kWc, ne permettent pas l'obtention de la rétribution unique.

Le maître de l'ouvrage étant public, il ne pourra pas non plus bénéficier du soutien de la Ville de Neuchâtel, prévu pour les propriétaires privés.

En revanche, l'électricité produite par les façades pourra être autoconsommée. Pour mémoire, en fonction de la variante choisie, 44'000 à 46'000 kWh seront annuellement produits.

La consommation des bâtiments de l'université en électricité est très élevée, il semble dès lors raisonnable de considérer une autoconsommation variant entre 70 et 100%.

La consommation électrique du complexe d'*Unimail* pour l'année 2015 s'est élève à environ 5'000'000 kWh. La production de la façade solaire sera de l'ordre de 45'000 kWh par an, ce qui représente 0.9% de la consommation totale annuelle.

Si l'on considère que le courant est acheté TTC 25 cts/kWh, cela représente un "manque à perdre" annuel de plus de 11'000 francs.

## 5. CONCLUSION ET REMARQUES FINALES

La présente étude démontre que le renouvellement des façades avec des panneaux solaires photovoltaïques répondant en tous points aux exigences architecturales du bâtiment est possible.

La faisabilité quant à la fabrication et à la pose de modules photovoltaïques noirs, ou bleus, ayant la même dimension que les plaques de marbre existantes, ou le double, a été validée par différents fournisseurs ainsi que par des spécialistes de la pose de panneaux solaires photovoltaïques en façade.

Reste la question du coût puisque le calcul de l'investissement pour une façade « clé en main » démontre, au stade de l'avant-projet, une plus-value, en fonction de la variante, comprise entre 285'000 francs (modules bleus de même taille que les plaques existantes) et 83'000 francs (modules noirs de la grandeur de deux plaques existantes). Par rapport à l'investissement de 4 millions, prévu pour l'étape 3 de l'assainissement de cette façade, ces surcoûts représentent respectivement 7.1 et 2.1%.

Si l'on considère un gain de 11'000 francs pour l'autoconsommation de l'électricité produite, ces surcoûts s'amortissent (calcul linéaire) respectivement en 26 et 8 ans, Étant entendu que la durée de vie des panneaux solaires photovoltaïques se situe entre 25 et 30 ans.

La durée de vie du granit n'a pas de limite. Il s'agit d'un des matériaux le plus solide au monde. Cependant, suite aux contraintes mécaniques exercées sur les plaques de granit par les éléments de fixation, leur durée de vie est estimée à une centaine d'années.

Ajoutons encore que l'utilisation de modules « standards », qui devrait faire l'objet d'un travail architectural important, pourraient permettre une réduction sensible du prix d'investissement.

L'augmentation des surfaces photovoltaïques sur les deux ailes Sud du bâtiment principal permettrait d'augmenter la production d'électricité, pour autant que l'intégration architecturale et la faisabilité le permettent.

En cas d'acceptation de principe de la présente note, ce projet nécessitera néanmoins le franchissement de plusieurs étapes importantes avant de pouvoir le lancer, à savoir:

- Choix du modèle de panneau solaire le mieux adapté (production, intégration, etc.)
- Approbation du projet par le concepteur des façades
- Autorisations (mise à l'enquête publique, police du feu, etc.)
- Projet lié à la procédure des marchés publics
- Surcoût lié à l'intégration de panneaux solaires à compenser

## **6. DIVERS**

### **6.1. Information**

*Rapport 15.017 / remplacement et assainissement d'installations de chauffage dans plusieurs bâtiments cantonaux (décret du 1<sup>er</sup> septembre 2015).*

La chaudière du Lycée Blaise-Cendrars à la Chaux-de-Fonds, initialement prévue d'être remplacée par une nouvelle chaudière à gaz à condensation sera finalement raccordée au chauffage à distance communal (CAD-gaz).

Si dans un premier temps la société Viteos ne pouvait répondre favorablement à notre demande invoquant des distances trop importantes par rapport au réseau, la nature du terrain (roche), la puissance à disposition sur le réseau CAD trop limitée et un retour sur investissement trop long, celle-ci a finalement reconsidéré sa position à notre grande satisfaction. Revirement qui s'est principalement justifié par l'appui d'un ingénieur (mandaté par le SBAT) et à un changement d'interlocuteur chez Viteos.

Le coût relatif à ce raccordement est comparable à celui du remplacement de la chaudière. Les travaux sont actuellement en cours de réalisation et s'achèveront à la fin de l'été 2016.

Nous restons bien entendu à votre entière disposition pour vous fournir tous renseignements complémentaires.

En vous remerciant de l'attention portée à la présente et du retour du document soumis, dûment signé, nous vous prions de croire, Monsieur le conseiller d'État, à l'assurance de notre considération distinguée.

Vu et approuvé

Yves-Olivier Joseph  
Architecte cantonal

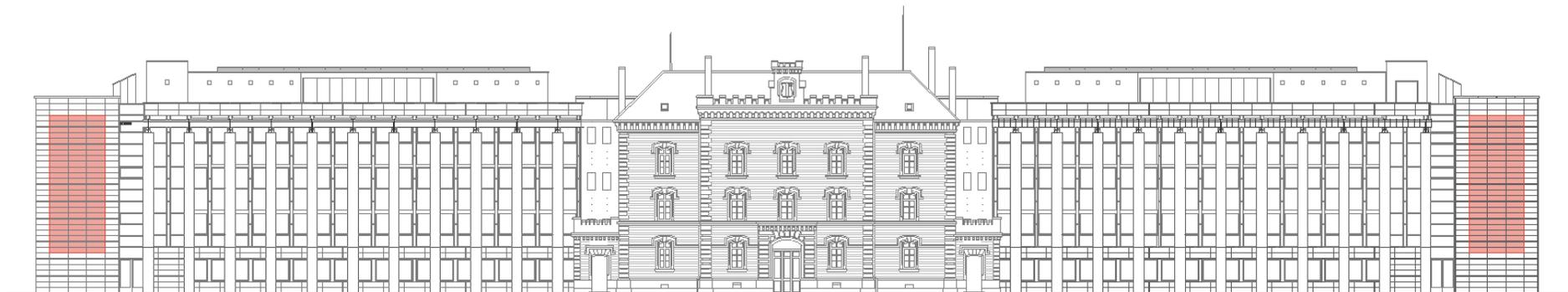
Pour le service des bâtiments

Alain Widmer  
Chef domaine entretien

## ANNEXES a la note complémentaire

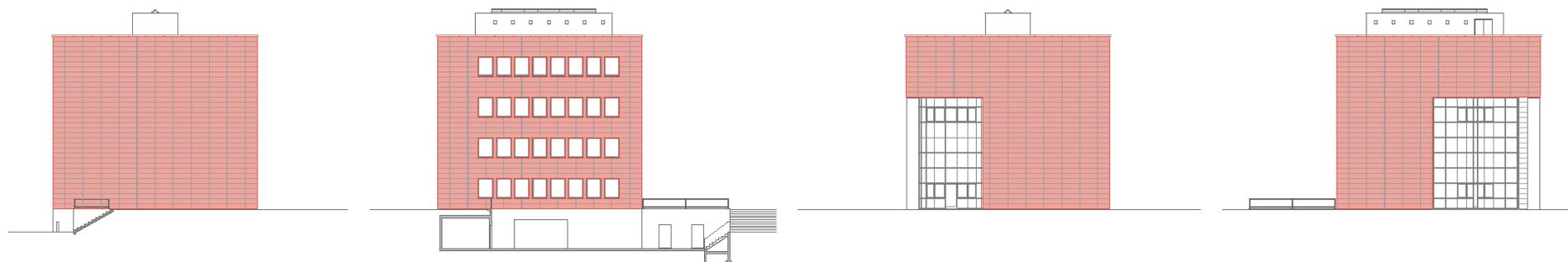
### Annexe 1. Plans d'implantation des panneaux solaires en façades

#### Bâtiment principal



Façade Sud  
surface de panneaux solaires = 89.00M2

#### Animalerie



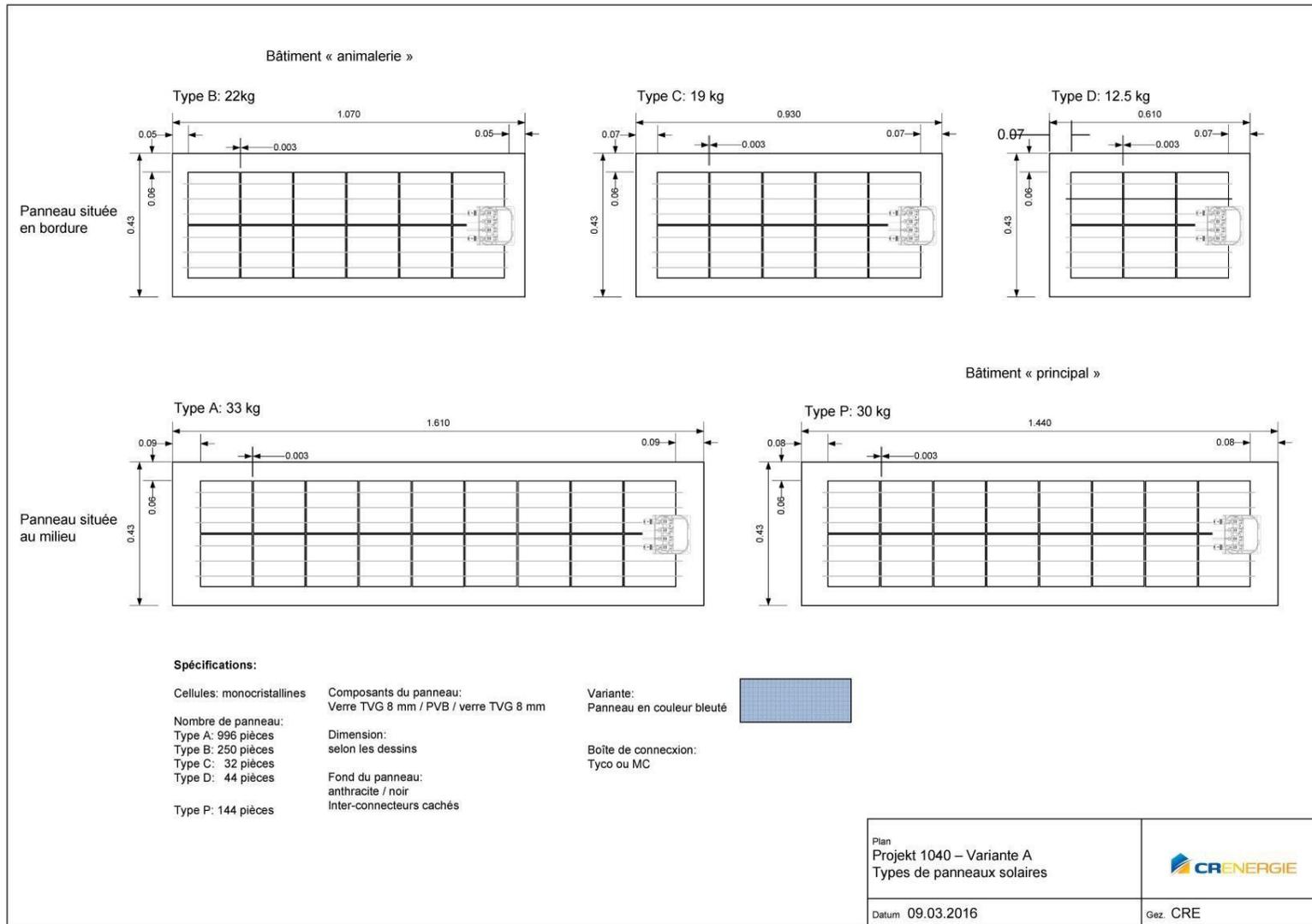
Façade Nord  
surface = 276.00 M2

Façade Est  
surface = 187.00 M2

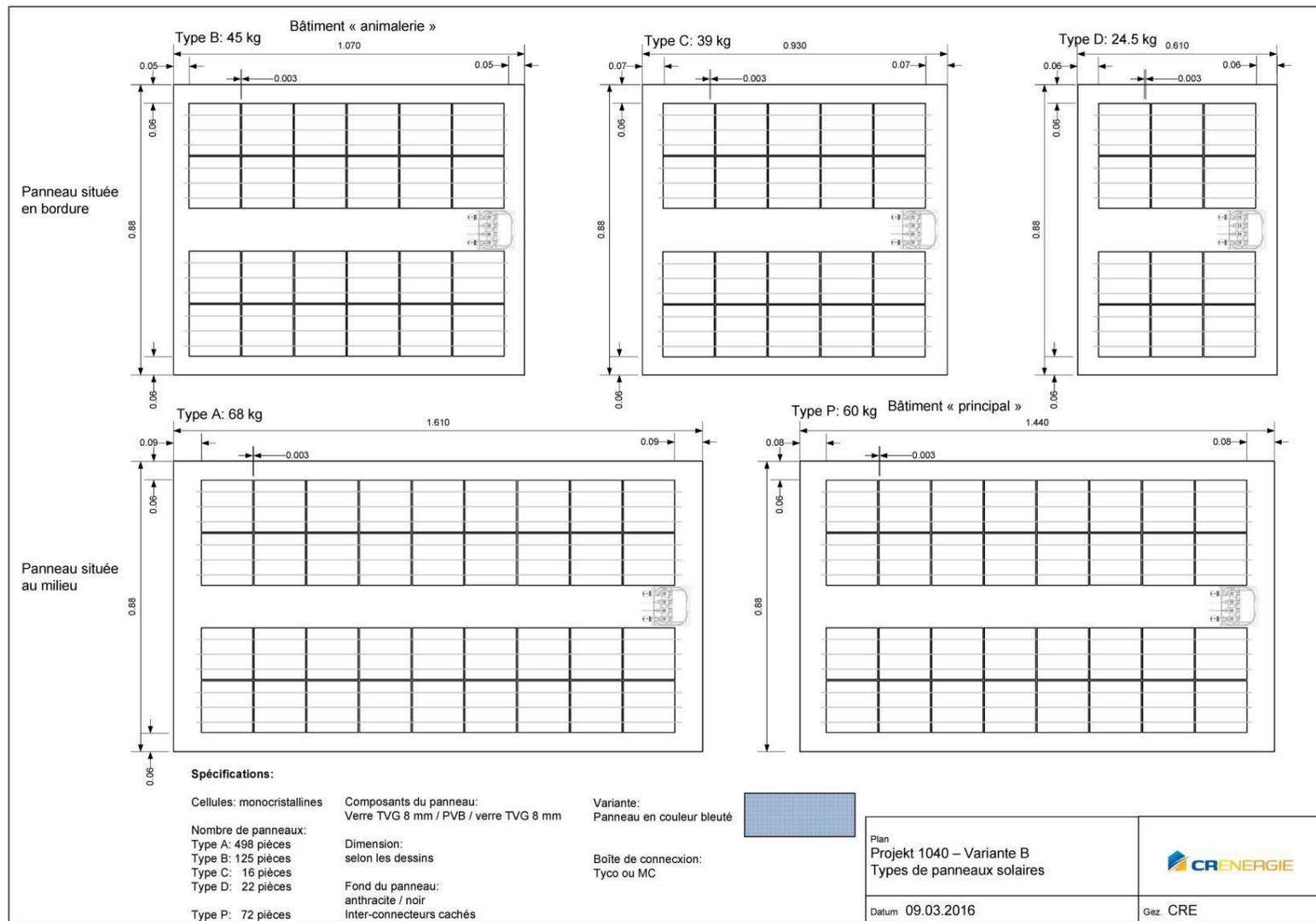
Façade Sud  
surface = 209.00 M2

Façade Ouest  
surface = 190.00  
M2

## Annexe 2. Plan des types de panneaux solaires, variante A



### Annexe 3. Plan des types de panneaux solaires, variante B



#### Annexe 4. Système d'accrochage des panneaux

