

## **PATINOIRE DES MÉLÈZES**

Bien-Fonds n°17244, Rue des Mélèzes, 2300 La Chaux-de-Fonds  
Ville de La Chaux-de-Fonds / Service des sports



Membres des bureaux d'études:

Philippe Langel SA Architecte dipl. EPFL/SIA, 2300 La Chaux-de-Fonds  
GVH La Chaux-de-Fonds SA Ingénieurs civils EPF/SIA, 2300 La Chaux-de-Fonds  
Planair SA Ingénieurs conseils en énergies et environnement, 2314 La Sagne

# Sommaire

<b>1. Introduction.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Contexte réglementaire.....</b>	<b>3</b>
2.1 Règlements de construction .....	3
2.2 Toiture / charge de neige.....	3
2.3 Physique du bâtiment / Contexte.....	3
2.3.1 Standard Bâtiments 2011 .....	4
2.3.2 Programme bâtiment.....	4
2.3.3 Grands consommateurs et taxe sur le CO <sub>2</sub> .....	4
<b>3. Synthèse des interventions proposées.....</b>	<b>5</b>
<b>3.1 Assainissement des vestiaires .....</b>	<b>5</b>
3.1.1 Physique du bâtiment.....	5
3.1.2 Chauffage .....	5
3.1.3 Ventilation.....	6
3.1.4 Sanitaire .....	6
3.1.5 Electricité .....	7
<b>3.2 Assainissement de l'enveloppe de la patinoire.....</b>	<b>7</b>
3.2.1 Contexte et problématiques .....	7
3.2.2 Interventions.....	8
3.2.3 Matériaux.....	8
<b>3.3 Réalisation d'un gradin supplémentaire avec loge en façade ouest .....</b>	<b>8</b>
3.3.1 Réalisation d'un gradin.....	8
3.3.2 Réalisation d'une loge .....	9
<b>3.4 Structures porteuses de la toiture.....</b>	<b>10</b>
3.4.1 Renforcement de la toiture existante.....	10
3.4.2 Translation de la toiture actuelle et renforts statiques .....	11
3.4.3 Réalisation d'une nouvelle toiture .....	11
3.4.4 Rotation de la toiture .....	12
3.4.4 Couverture de la patinoire extérieure .....	12
<b>3.5 Installations solaires.....</b>	<b>12</b>
3.5.1 Photovoltaïque .....	12
3.5.2 Thermique .....	13
<b>4. Coûts approximatifs.....</b>	<b>13</b>
<b>5. Conclusion .....</b>	<b>13</b>
<b>6. Liste des annexes.....</b>	<b>13</b>

# 1. Introduction

La ville de La Chaux-de-Fonds souhaite augmenter la capacité de la patinoire des Mélèzes d'environ 300 à 500 places, ajouter une loge supplémentaire et assainir les vestiaires de l'aile sud ainsi que l'enveloppe de la patinoire. La consigne est donnée de réaliser une loge en dessus des tribunes ouest la patinoire. Il est important de noter que la réalisation de gradins supplémentaires et d'une loge implique irrémédiablement un rehaussement de la toiture.

## 2. Contexte réglementaire

### 2.1 Règlements de construction

Le bâtiment de la patinoire se trouve dans la zone dite ZUP (zone d'utilité publique). Ceci implique que chaque rénovation, transformation ou agrandissement doit impérativement avoir l'autorisation préalable du conseil communal.

Il est important de noter également que les dimensions des constructions sont fixées au cas par cas par le Conseil communal. Cependant les gabarits s'appliquent également à ce bâtiment. La réglementation en vigueur dans le canton de Neuchâtel autorise de rehausser la toiture d'un peu plus de 480 centimètres.

### 2.2 Toiture / charge de neige

La structure porteuse de la toiture est réalisée en charpente métallique. Elle est composée de 8 poutres triangulées principales, surmontées de pannes de section IPE 220, espacées d'env. 2.0m. La surface de la toiture est recouverte par deux tôles, la tôle inférieure est une tôle profilée métallique permettant le report des charges sur les pannes et la seconde tôle en aluminium sert d'étanchéité. Le poids propre des tôles est d'env. 30 kg/m<sup>2</sup>.

Sur la base d'un modèle de calcul 3D, la capacité portante de la toiture a été vérifiée. Les poutres maîtresses, qui constituent les éléments porteurs critiques, présentent une sécurité structurale insuffisante sous l'action des charges permanentes et de la charge de neige normalisée selon SIA 261. La sécurité est suffisante dans l'hypothèse d'une charge de neige admise à env. 50 à 55% de la charge de neige normalisée, soit une charge moyenne de l'ordre de 2.2 kN/m<sup>2</sup>.

### 2.3 Physique du bâtiment / Contexte

La ville de La Chaux-de-Fonds a obtenu le label « Cité de l'énergie » en 2008. Les constructions publiques doivent donc être conçues et transformées selon le Standard Bâtiments 2011, critères énergétiques et environnementaux pour la construction.

Dans ce contexte :

- la nouvelle loge devra respecter les exigences Standard bâtiment 2011 pour les nouvelles constructions.
- l'assainissement des vestiaires devra satisfaire les exigences Standard bâtiment 2011 pour les constructions existantes.

L'enveloppe de la patinoire des Mélèzes -non chauffée- n'est soumise à aucune exigence spécifique.

La consommation énergétique électrique annuelle moyenne étant d'environ 1.5GWh le bâtiment est classé dans les grands consommateurs, cf. chapitre 2.3.3.

*Note : Selon la discussion avec M.Belmahi du Service d'urbanisme et de l'environnement de la Chaux-de-Fonds, une proposition devra être faite sur la base de croquis à l'échelle des interventions proposées. Du fait de la complexité du projet et de la variété des affectations, une procédure standard n'est pas adaptée.*

### 2.3.1 Standard Bâtiments 2011

**Nouvelles constructions** : elles doivent atteindre le standard Minergie® P

**Constructions existantes** : les rénovations complètes doivent atteindre le standard Minergie® pour les nouvelles constructions (1ère priorité) ou pour leurs modernisations (2ème priorité) ; les exigences relatives à la ventilation de confort peuvent être assouplies. En cas de rénovation partielle les valeurs U du Programme Bâtiments doivent être appliquées.

**Utilisation efficace de l'électricité** : les nouvelles constructions et les rénovations de bâtiments doivent répondre aux exigences supplémentaires du module Minergie®-Luminaire. On choisira prioritairement des appareils électroménagers et de bureautique ainsi que des pompes de circulation très performants selon *topten.ch* ou son équivalent. Pour les grandes constructions l'utilisation d'électricité pour les processus doit être justifiée (norme SIA 380/4) et optimisée.

### 2.3.2 Programme bâtiment

Selon le Standard bâtiment 2011, en cas de rénovation partielle il faudra respecter les valeurs U du Programme Bâtiments :

Mesure	Conditions <sup>4)</sup>
<b>A</b> Remplacement de fenêtre* <small>*) Une fenêtre donne droit à une subvention uniquement si la façade ou le toit avoisinant est assaini dans le même temps.</small>	valeur U <sup>1)</sup> du verre $\leq 0.7 \text{ W/m}^2\text{K}$ intercalaires en plastique ou acier inoxydable
<b>B</b> Mur, sol, toit: <small>isolation thermique contre l'extérieur 2)</small>	valeur U $\leq 0.20 \text{ W/m}^2\text{K}$
<b>C</b> Paroi, sol, plafond: isolation thermique <small>contre des locaux non chauffés 3)</small>	valeur U $\leq 0.25 \text{ W/m}^2\text{K}$

### 2.3.3 Grands consommateurs et taxe sur le CO<sub>2</sub>

Avec une consommation d'énergie électrique d'environ 1,5 GWh/a, le site des Mèlèzes (patinoire et piscines extérieures) est un gros consommateur au sens de la loi sur l'énergie dans le canton de Neuchâtel.

Cela signifie que le site des Mèlèzes doit s'engager soit à conclure une convention d'objectifs d'amélioration de son efficacité énergétique sur 10 ans, soit de mettre en œuvre sur 3 ans toutes les mesures d'efficacité énergétique rentables. Nous préconisons d'établir une convention d'objectifs qui permettra de comptabiliser les améliorations prévues et servira de programme d'amélioration à moyen terme.



Avec une consommation de gaz naturel d'environ 240'000 kWh/a, le site des Mélèzes ne peut pas prétendre à l'exemption de la taxe CO<sub>2</sub> (selon l'OCO<sub>2</sub>).

## **3. Synthèse des interventions proposées**

### **3.1 Assainissement des vestiaires**

Après une analyse de l'état actuelle de la patinoire (et locaux annexes) nous avons vérifié la présence de vestiaires peu salubres au premier niveau du côté sud du bâtiment. Pour cette raison nous préconisons de les rénover. Les installations techniques de chauffage, ventilation et sanitaire liés à ces locaux sont également à remplacer.

L'intervention consiste à l'agrandissement du fitness ainsi qu'à son assainissement, comme pour l'ensemble des vestiaires et salles d'eau de ce rez-de-chaussée en partie sud de la patinoire des Mélèzes : remplacement des portes, cadres (extérieures et intérieures) et des fenêtres. Rénovation des espaces intérieurs : sol, mur et plafond. Le mobilier est lui conservé. Cf. annexe : Rez-de-chaussée Aile sud (vestiaires)

A noter qu'il n'a pas été pris en compte la possibilité de présence d'amiante dans ces locaux.

#### **3.1.1 Physique du bâtiment**

L'enveloppe du bâtiment est à l'état actuel pas isolée. Pour cette raison nous conseillons de l'isoler. Il faudra considérer env. 14-16 cm d'EPS ( $\lambda$ : 0.033 W/mK) pour satisfaire les exigences « Standard Bâtiments 2011 ».

#### **3.1.2 Chauffage**

##### **Généralités**

L'installation actuelle de production de chauffage est composée

- d'une pompe à chaleur permettant de récupérer l'énergie dégagée par l'installation de production de froid de la patinoire
- d'une chaudière à gaz de 175kW

Depuis ce local technique différents groupes de distribution de chauffage permettent d'alimenter les différentes installations et parties de bâtiment soit:

- La production d'eau chaude centralisée
- Le groupe chauffage de sol de la buvette et des locaux annexes
- Le groupe chauffage de sol des vestiaires publics + sous-sol
- Le groupe chauffage radiateurs locaux de la patinoire couverte
- Le groupe ventilations (Buvette et vestiaires)

Les vestiaires sont raccordés au départ des radiateurs de la patinoire couverte qui se composent d'un chauffage par aérothermes et par radiateurs.

##### **Nouveau chauffage des vestiaires**

Démontage dans les locaux transformés de l'ensemble des installations de chauffage.

Nouvelle distribution permettant de :

- Raccorder les nouveaux corps de chauffe adaptés aux nouveaux vestiaires

- Raccorder les corps de chauffe existants des locaux non transformés

Les nouveaux corps de chauffe seront tous équipés de vannes thermostatiques.

La pompe de circulation du groupe radiateurs locaux de la patinoire couverte dans la chaufferie sera remplacée par une nouvelle à débit variable et à faible consommation électrique.

La régulation du groupe de départ sera remplacée par une nouvelle capable de fonctionner en fonction de la température extérieure.

### **Alimentation en énergie de chauffage pour la nouvelle ventilation**

Le nouveau monobloc de ventilation pour les vestiaires de la piscine décrit dans le poste ventilation du présent document sera alimenté en énergie de chauffage.

Un piquage sur le groupe existant « ventilations de la buvette et des vestiaires patinoires » sera effectué et permettra d'amener l'énergie de chauffage au nouveau monobloc via un réseau de tuyauterie isolé.

La pompe de circulation du groupe ventilations dans la chaufferie sera remplacée par une nouvelle à débit variable et à faible consommation électrique.

C'est la régulation de la ventilation qui gèrera la quantité de chaleur à amener au monobloc de ventilation.

## **3.1.3 Ventilation**

### **Généralités**

À ce jour seul une extraction d'air permet l'évacuation de l'air vicié des vestiaires via les locaux sanitaires à l'extérieur. Cette installation est insuffisante et ne permet pas de récupérer l'énergie de l'air évacué.

### **Nouvelle ventilation**

Installation d'un monobloc de traitement d'air général pour l'ensemble du renouvellement d'air des vestiaires.

L'air frais est aspiré à l'extérieur. Il est conduit par une gaine isolée jusqu'au monobloc de traitement d'air.

Le monobloc de traitement d'air est équipé d'un caisson de filtration, d'un récupérateur de chaleur à plaques, d'un ventilateur à deux vitesses et d'une batterie de chauffe hydraulique.

L'air neuf sera acheminé et pulsé dans les vestiaires par un réseau de gaines métalliques munis de grilles transitant par le plafond des nouveaux locaux.

L'air vicié est aspiré dans les locaux sanitaires par des soupapes d'aspiration et acheminé au monobloc de traitement d'air via un réseau de gaines métalliques transitant par le plafond des nouveaux locaux.

L'air est ensuite évacué à l'extérieur par un ventilateur à deux vitesses après avoir traversé le récupérateur de chaleur permettant de tempérer ou pas l'air frais du monobloc.

Une régulation de la ventilation permettra pendant des plages horaires à définir de pulser la quantité nécessaire d'air à une température de pulsion fixe dans les locaux.

## **3.1.4 Sanitaire**

### **Généralités**

Les installations sanitaires des nouveaux vestiaires seront complètement refaites et raccordées aux points d'alimentations et d'évacuations existants.

### **Nouvelles installations**

Fourniture et pose des appareils choisis par le maître de l'ouvrage.

Nouvelles distributions d'alimentation isolées d'eau froide, d'eau chaude et de circulation dans les vestiaires depuis les conduites existantes provenant des locaux techniques y compris raccordement des nouveaux appareils selon les spécificités de ceux-ci et les normes en vigueur.  
Évacuation des eaux des appareils sanitaires jusqu'aux points de canalisations existants adaptés par le maçon. Les conduites de ventilations primaires des écoulements sortiront en toiture.

### **3.1.5 Électricité**

#### **Généralités**

Les installations électriques des nouveaux vestiaires seront complètement refaites et raccordées à un nouveau tableau électrique dédié et alimenté par le tableau principal existant. Elles satisfont les exigences supplémentaires du module MINERGIE®-Luminaires

#### **Nouvelles installations**

Les nouvelles installations correspondront aux nouvelles normes et législations en vigueur elles engloberont :

- La distribution principale
- La distribution secondaire
- Les mises à terre
- Les installations d'éclairages
- Les installations de force
- Les installations liées au CVS
- La lustrerie
- Les installations provisoires

## **3.2 Assainissement de l'enveloppe de la patinoire**

L'assainissement de l'enveloppe va de pair avec un rehaussement de la toiture pour la construction d'un gradin avec loge, mais il est également possible de l'assainir indépendamment de toute autre intervention : façades et toit.

### **3.2.1 Contexte et problématiques**

La patinoire (piste) n'est pas chauffée et est caractérisée par une forte perméabilité à l'air et par une enveloppe non isolée donc peu performante sous l'angle thermique. De ce fait, les problèmes constatés sont les suivants:

- forte variabilité de la température intérieure, influencée par les variations de la température extérieure (voir simulations) ;
- inconfort thermique des occupants en hiver, surtout à faible occupation ;
- forts courants d'air à proximité des parois extérieures ;
- condensation en toiture due à sa faible température surfacique.

Concernant ce dernier point, il apparaît quand les conditions suivantes sont réunies :

- ciel clair (dégagé) la nuit,
- forte occupation (forte production de vapeur).

Le rayonnement froid de la glace de la piste influence également l'apparition de condensation en toiture par effet radiatif.

### 3.2.2 Interventions

Afin d'améliorer la qualité de vie des occupants, de réduire le risque de condensation en toiture et de garantir la pérennité de la construction, nous préconisons les interventions suivantes:

- **Isoler légèrement l'enveloppe afin d'améliorer le confort thermique des occupants et stabiliser les températures intérieures** : en effet une telle intervention stabilise la température surfacique de surfaces intérieures, limite l'échange radiatif avec les occupants, le risque de condensation et diminue l'influence du climat extérieur (température et ensoleillement). Une isolation périphérique type EPS est conseillée dont l'épaisseur ne doit pas excéder 10 cm ; ce sera également l'occasion d'améliorer l'étanchéité à l'air de l'enveloppe,

L'intervention en façades comprend le déhabillage du profilé de tôle existant puis la pose d'une nouvelle sous-structure/bac d'isolation avec EPS 10cm, un lattage puis un nouveau revêtement extérieur en tôle avec diverses finitions. Les parties translucides seront elles aussi remplacées avec de nouveaux vitrages isolants montés sur châssis métalliques, à la manière de ce qui a été fait en façade nord.

L'intervention en toiture comprend le démontage de la tôle plate de couverture, l'ajout de panneaux multicouches avec isolation minérale 6-10cm, une nouvelle étanchéité et une couverture type dalles de ciment. Ceci se fait dans la suite d'une intervention de renforcement de la toiture, lui permettant de soutenir la charge liée à son assainissement, la charge de neige et la charge liée à l'ajout éventuel de panneaux solaires photovoltaïques, cf. chapitre 3.5

- **Favoriser et maîtriser la ventilation naturelle des locaux** (actuellement influencée par les infiltrations à travers l'enveloppe) par les bords d'ouvrants mécanisés positionnés de façon à ne pas gêner les spectateurs et des trappes en toiture ; cette intervention, couplée avec une meilleure étanchéité de l'enveloppe, permettra de réduire les phénomènes de condensations et les courants d'air provenant de la façade
- **Changer les fenêtres et intégrer des protections solaires** mobiles efficaces qui permettent de mieux gérer les apports solaires et lumineux.

Nous avons étudié l'écoulement de l'air à l'intérieur de la patinoire par simulation CFD (cf annexes Planair). D'après nos simulations, la meilleure solution pour brasser un maximum l'air est celle avec des entrées d'air en bas (à proximité de la piste) et des sorties d'air avec des trappes au milieu de la toiture. Cette configuration limite aussi les courants d'air pour les occupants. Les débits d'extraction (en fonction de l'occupation et des conditions climatiques) pourront être garantis par tirage naturel ou par des extracteurs pouvant atteindre 8V/h. Le dimensionnement d'un tel système (ouvrants, extracteurs) devra faire l'objet d'une étude spécifique.

### 3.2.3 Matériaux

Les matériaux qui seront placés à l'intérieur de la patinoire seront à faible impact environnemental et choisis pour minimiser les effets de réverbération acoustique et limiter la propagation du bruit.

## 3.3 Réalisation d'un gradin supplémentaire avec loge en façade ouest

### 3.3.1 Réalisation d'un gradin

La réalisation d'un gradin supplémentaire côté ouest en dessus des tribunes existantes induit obligatoirement un rehaussement de la toiture. En effet, la hauteur actuelle ne permet pas de construire

de gradins supplémentaires. Nous projetons un gradin d'une capacité de 428 places assises sans distinction de classes, réparties aux extrémités sur 5 rangées et au centre sur 4, juste devant la loge.

La conception structurelle du gradin est similaire à celle développée pour le gradin nord, situé devant la loge VIP. Elle est constituée d'une structure porteuse principale en charpente métallique et d'une structure secondaire en bois de sections massives. Les piliers reposent sur la structure porteuse existante sous-jacente. Les conditions d'appui devront être vérifiées dans une phase ultérieure du développement du projet. La structure présentera une rigidité suffisante sous l'action de charges horizontales et de charges verticales excentrées. Le système porteur sera défini en fonction des options prises quant au nombre de places assises et de la présence ou non de la loge.

### **3.3.2 Réalisation d'une loge**

Il est demandé par le HCC de réaliser une loge en façade ouest. Nous proposons une loge se trouvant au centre de la façade à cheval entre l'intérieur et l'extérieur. Cette disposition permet de garantir une visibilité de la piste et n'a que peu d'influence sur le nombre total de places assises du gradin. D'une surface de 165m<sup>2</sup>, elle comprend un vestiaire, un bar, des services et un local technique. Il est projeté de prolonger la gaine existante pour y utiliser un nouvel ascenseur permettant l'accès direct à la loge ainsi qu'à la nouvelle -hauteur de- toiture. Les autres accès se font depuis les tribunes existantes (J et E) et/ou le rez-de-chaussée ouest par 2 escaliers fermés, dont un sert également de voie de fuite en cas d'incendie avec une liaison directe vers l'extérieur.

Une seconde variante avec restaurant et cuisine est également proposée sur les plans en annexes, mais non décrite dans la présente étude.

#### **3.3.2.1 Chauffage**

##### **Installation de chauffage pour la loge**

Nouvelle production de chauffage liée uniquement à la loge

- Chaudière à gaz murale à condensation avec évacuation des gaz brûlés en toiture
- Production d'eau chaude sanitaire centralisée liée à la chaudière
- Un groupe chauffage par radiateurs avec pompe de circulation à débit variable, régulation automatique en fonction de la température extérieure distribution et corps de chauffe en acier équipé de vannes thermostatiques
- Une alimentation en énergie de chauffage pour le monobloc de ventilation du local

#### **3.3.2.2. Ventilation**

##### **Renouvellement d'air hygiénique de la loge**

Installation d'un monobloc de traitement d'air général pour l'ensemble du renouvellement d'air de la loge. L'air frais est aspiré à l'extérieur. Il est conduit par une gaine isolée jusqu'au monobloc de traitement d'air.

Le monobloc de traitement d'air est prévu compact incluant un caisson de filtration, d'un récupérateur de chaleur à plaques, d'un ventilateur à deux vitesses et d'une batterie de chauffe hydraulique.

L'air neuf sera acheminé et pulsé dans les locaux par un réseau de gaines métalliques munis de grilles transitant par le plafond.

L'air vicié est aspiré dans les locaux sanitaires par des soupapes d'aspiration et acheminé au monobloc de traitement d'air via un réseau de gaines métalliques transitant par le plafond des nouveaux locaux.

L'air est ensuite évacué à l'extérieur par un ventilateur à deux vitesses après avoir traversé le récupérateur de chaleur permettant de tempérer ou pas l'air frais du monobloc.  
Une régulation de la ventilation permettra pendant des plages horaires à définir de pulser la quantité nécessaire d'air à une température de pulsion fixe dans les locaux.

### **3.3.2.3 Sanitaire**

#### **Installations sanitaires de la loge**

Fourniture et pose des appareils choisis par le maître de l'ouvrage.

Alimentation générale en eau

Alimentation générale de gaz pour la nouvelle chaudière

Distributions d'alimentation de appareils et de la cuisine à l'aide d'une tuyauterie isolée d'eau froide, d'eau chaude et de circulation depuis le local technique et le producteur d'eau chaude .

Évacuation des eaux des appareils sanitaires jusqu'aux points de canalisations existants adaptés par le maçon. Les conduites de ventilations primaires des écoulements sortiront en toiture.

### **3.3.2.4 Électricité**

#### **Installations électriques de la loge**

Nouvelles installations électriques depuis un nouveau tableau électrique dédié et alimenté par le tableau principal existant. Elles satisfiront les exigences supplémentaires du module MINERGIE®-Luminaire

Les installations correspondront aux normes et législations en vigueur, elles engloberont :

- La distribution principale
- La distribution secondaire
- Les mises à terre
- Les installations d'éclairages
- Les installations de force
- Les installations liées au CVS
- La lustrerie
- La sonorisation
- L'installation TV/multimédias
- Les installations provisoires

## **3.4 Structures porteuses de la toiture**

### **3.4.1 Renforcement de la toiture existante**

Pour répondre aux exigences des normes actuelles en matière d'aptitude au service et de sécurité structurale, il est requis de renforcer les poutres maîtresses principales.

L'option proposée consiste à mettre en place une précontrainte extérieure, dont le tracé permet de développer des charges de balancement, qui réduisent les effets des actions du poids propre et des



charges permanentes. Le choix d'une ligne brisée, associé à la mise en place de deux selles métalliques par poutre, offre une solution statiquement optimale, car la force de précontrainte est limitée par la stabilité de la membrure inférieure de la poutre, qui n'est pas contreventée.

La membrure supérieure de la poutre, constituée dans sa partie centrale d'un double UNP 400, est contreventée pour éviter le déversement. Toutefois, cette membrure, soumise à une forte compression, est déjà critique dans le stade actuel et un renforcement par l'adjonction de pièces métalliques soudées sur la face extérieure des deux UNP 400 est requis.

Au moins, deux diagonales des poutres principales doivent également être renforcées ou remplacées par des sections plus importantes.

S'agissant des pannes, seules les pannes de rive présentent une sécurité insuffisante sous l'action de la charge de neige normalisée. Un renforcement est donc nécessaire.

L'option de réaliser une enveloppe isolante complète de la patinoire et de couvrir la toiture de panneaux solaires conduit à des charges permanentes additionnelles, de l'ordre de 200 à 220 kg/m<sup>2</sup>. Le système de renforcement proposé permet de répondre à cette exigence supplémentaire, moyennant une optimisation du système « précontrainte – selles métalliques » et le choix approprié de détails constructifs et d'assemblages. Dans ce cas particulier, un renforcement localisé des pannes au droit des poutres principales et un renforcement généralisé sur les pannes de rive sont requis.

L'évaluation du coût de la solution proposée tient compte de cette charge permanente augmentée.

### **3.4.2 Translation de la toiture actuelle et renforts statiques**

La toiture, dans sa composition structurelle actuelle, présente un poids total de l'ordre de 272 tonnes. Elle doit être surélevée d'environ 4.80 m. Pour la réalisation de cette délicate opération de levage par vérinage, on a recours au service d'entreprises spécialisées.

L'entreprise Hebetec AG, à Hindelbank, a été contactée et a délégué un ingénieur, qui a procédé à une visite des lieux, d'une part pour vérifier la faisabilité de la solution et d'autre part pour évaluer le coût de l'opération. La durée totale est d'environ 4 semaines, en tenant compte des travaux préparatoires et du repli du matériel. L'opération de levage, au moyen de 34 vérins d'une capacité de 40 tonnes, est prévue en une journée. La toiture doit être stabilisée durant la phase de vérinage au moyen de haubans de stabilisation prévus aux 4 angles du toit et couplés à 8 vérins d'une capacité de 10 tonnes.

Les piliers existants, supportant la toiture, doivent être prolongés et renforcés. Les contreventements de façades seront également adaptés et complétés pour supporter les efforts horizontaux induits par la surélévation.

La structure porteuse de la toiture renforcée est celle décrite au chapitre 3.4.1.

### **3.4.3 Réalisation d'une nouvelle toiture**

Étant donné que la structure porteuse de la toiture actuelle ne répond pas aux exigences des normes et que l'opération de levage présente un risque accru lors des travaux de transformation du bâtiment, une alternative a été envisagée sous la forme d'une nouvelle toiture.

Le souhait d'utiliser la surface de la toiture pour la mise en place de panneaux photovoltaïques a dicté la forme extérieure du bâtiment (toit plat ou avec une pente minimale). Le choix s'est porté sur une structure en bois lamellé-collé (BLC). La grande portée transversale de 57.40 m, associée à une trame porteuse longitudinale de 9 x 8.22 m, conduit à une poutre triangulée de relativement grande hauteur, dont les éléments constitutifs présentent des sections en BLC plutôt massives. Cette solution peu convaincante, qui présente une certaine lourdeur et offre peu de transparence, n'a pas été retenue. On a donc fait le choix pour les poutres principales d'une structure plus légère sous-tendue, constituée d'une double poutre en BLC, munie de deux selles métalliques en forme de V et d'un tirant précontraint

(2 câbles). Le système porteur secondaire est composé de poutres continues en BLC de section 16 x 32 cm, espacées tous les m', surmontées d'un plancher bois.

La nouvelle toiture repose sur les piliers existants, préalablement prolongés et renforcés. Un système approprié de contreventements en façades assure la stabilité générale du bâtiment (Éléments existants renforcés et contreventements complémentaires).

### **3.4.4 Rotation de la toiture**

Pour offrir le gabarit requis dans la zone ouest pour permettre la réalisation des nouveaux aménagements, on propose une solution minimale dans un souci d'économie générale de lever le toit uniquement en Ouest, ce qui conduit à une rotation de la toiture autour d'un axe situé sur les appuis Est. Cette solution présente plusieurs inconvénients : un vérinage plus complexe en tenant compte d'un déplacement horizontal max. d'env. 20 cm, une modification importante des conditions d'appuis à l'Est, une esthétique des poutres principales munies de ses renforcements peu convaincante. Le coût de cette solution n'a pas été estimé.

### **3.4.4 Couverture de la patinoire extérieure**

Une étude préliminaire a été menée pour présenter un projet de couverture de la patinoire extérieure. La solution proposée est esquissée sur un plan remis en annexe. La structure de toiture et les piliers périphériques sont réalisés en bois lamellé-collé. Les poutres principales de la toiture sont haubanées pour réduire la section des poutres. Les haubans (deux haubans par poutre) sont reliés à un mât en béton armé, dont l'espacement correspond aux entraxes des piliers porteurs de la patinoire principale. Des haubans de retenue (un par poutre) sont fixés aux poutres principales de la toiture de la patinoire, qui jouent le rôle de contrepoids, ce qui permet d'augmenter sensiblement la capacité portante des poutres de la toiture de la patinoire.

Dans le cas d'une surélévation de la toiture existante, cette solution n'est plus adaptée aux nouvelles contraintes.

## **3.5 Installations solaires**

### **3.5.1 Photovoltaïque**

La toiture de la patinoire est caractérisée par une orientation à Sud-Ouest et une surface d'environ 4200m<sup>2</sup>(pente de 5°).

Ces caractéristiques font de la toiture de la patinoire une surface propice à l'installation d'un système de production d'énergie renouvelable.

Sur la base des factures reçues, nous constatons que, à l'état actuel, le centre de Mèlèzes (patinoire + 2 piscines) consomme environ 1,5GWh d'électricité par année.

Pour cette raison nous conseillons de couvrir la totalité de la toiture par une installation photovoltaïque. Avec cette hypothèse, nous estimons à hauteur de 1'000'000 CHF le coût d'une telle installation (puissance autour de 600 kW, supérieur à la puissance de l'installation photovoltaïque de la Maladière) pour un productible d'environ 600'000 kWh (soit 0,6 GWh et 40% de la consommation annuelle).

S'agissant d'un bâtiment de la ville, il est probable que VITEOS souhaitera investir pour exploiter une telle installation. Dans le cas contraire, le tarif de rachat de l'électricité injecté serait à discuter avec Viteos (l'évaluation est faite au cas par cas pour de telles puissances). Grâce à la part d'autoconsommation, il devrait être possible d'espérer un temps de retour sur investissement autour de 15 années dans ce cas.

On précise que l'intérêt de Viteos sera plus grand si la toiture est en bon état avec, de préférence, une pente de 10° orientée vers le sud (meilleure productivité).

Sur ces bases la rénovation de la toiture est fortement obligatoire : il faudra considérer une surcharge liée à l'installation PV d'environ 20 kg/m<sup>2</sup> (sur une toiture inclinée).

Note : la patinoire est située en dehors de cette zone UNESCO (donc aucune contrainte sous l'angle urbanistique)

### 3.5.2 Thermique

À l'état actuel du projet, nous n'avons pas tenu compte de la construction d'une nouvelle piscine chauffée. Au cas où cette réalisation devrait se faire dans le futur, l'intérêt d'une installation solaire thermique devra être évalué.

## 4. Coûts approximatifs

Tous les coûts sont avec une marge d'approximation de +/- 25%, TTC.

Assainissement vestiaires:	<b>frs 1'150'000.- net TTC</b>
Assainissement enveloppe - sans rehaussement	<b>frs 4'950'000.- net TTC</b>
Assainissement enveloppe - rehaussement, gradin et loge	<b>frs 10'100'000.- net TTC</b>
Assainissement enveloppe - nouv. toiture, gradin et loge	<b>frs 12'250'000.- net TTC</b>
Pour chaque poste d'assainissement enveloppe, option solaire	<b>frs 1'485'000.- net TTC</b>
Couverture de la patinoire extérieure	<b>frs 2'850'000.- net TTC</b>

## 5. Conclusion

Nous préconisons d'intervenir dans un certain ordre de priorité comme présenté dans cette étude. De l'assainissement des vestiaires, à celui de l'enveloppe de la patinoire, sans et avec le rehaussement de la toiture : comprenant gradin supplémentaire avec loge. Enfin, l'ajout d'un système solaire photovoltaïque sur le toit, simplement renforcé, rehaussé ou un nouveau toit.

## 6. Liste des annexes

### Annexes Bureau Langel

- plans, coupes, élévations 1/200 des interventions et 1/500 gabarits
- plans, coupes, élévations 1/500 de l'état existant (hors échelle)
- dossier photos du chapitre 3.1 vestiaires

### Annexes Bureau GVH

- modèle 3D nouvelle toiture
- coupe schématique de la toiture actuelle renforcée
- coupe schématique de la nouvelle toiture
- plan, coupe et élévation d'une couverture pour la patinoire extérieure (hors échelle)

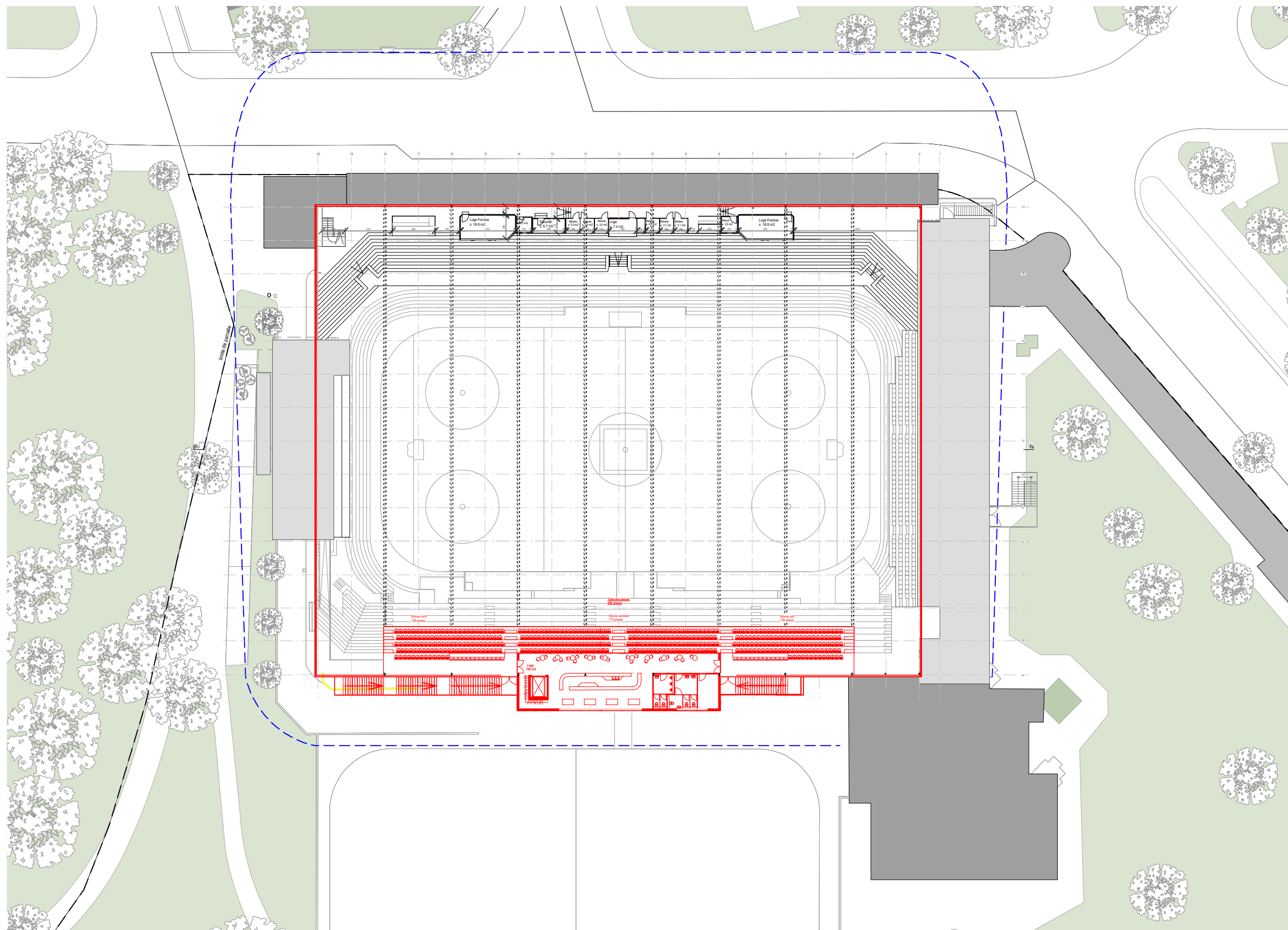
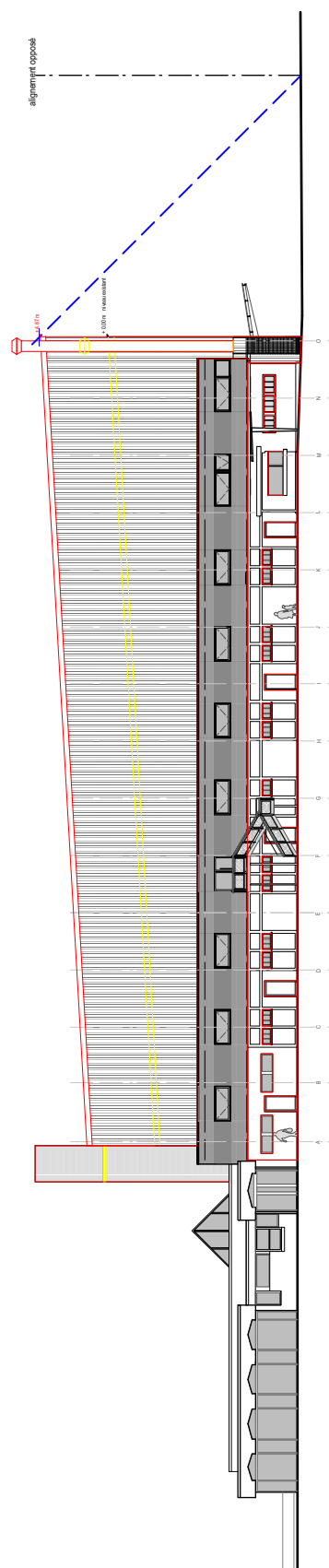
### Annexes Bureau Planair

- graphiques comparatifs des températures avant/après chapitre 3.2 enveloppe de la patinoire
- modèles 3D de simulations CFD avant/après chapitre 3.2 enveloppe de la patinoire

## **PATINOIRE DES MÉLÈZES**

Bien-Fonds n°17244, Rue des Mélèzes, 2300 La Chaux-de-Fonds  
Ville de La Chaux-de-Fonds / Service des sports

Philippe Langel SA Architecte dipl. EPFL/SIA, 2300 La Chaux-de-Fonds



Légende: ■ Nouveau  
■ Démolition  
■ Existant

PHILIPPE **LANGEL** ARCHITECTE<sup>+</sup>

Créativité de rigueur

**ARCHITECTE**  
Philippe Langel SA  
Architecte dipl. EPFL / SIA  
Rue de la Côte 5 CH-2300 La Chaux-de-Fonds

## PATINOIRE DES MELEZES

Bien-Fonds n°17244, Rue des Mélèzes, 2300 La Chaux-de-Fonds  
Ville de La Chaux-de-Fonds / Service des sports

**Création d'une loge en façade ouest et réalisation de gradins**

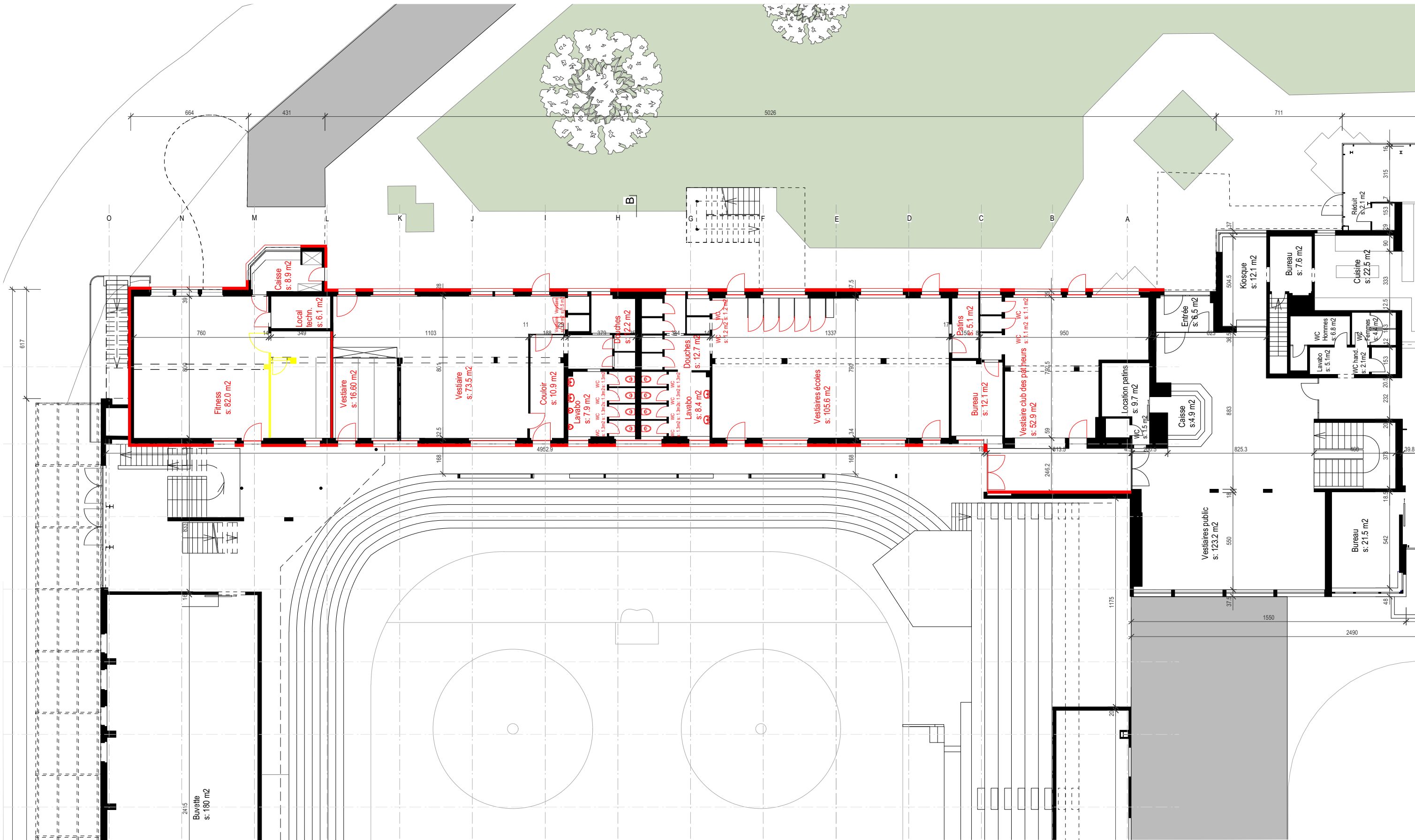
## Avant projet

Plan et élévation sud - gabarits et alignements

A3\_1/500

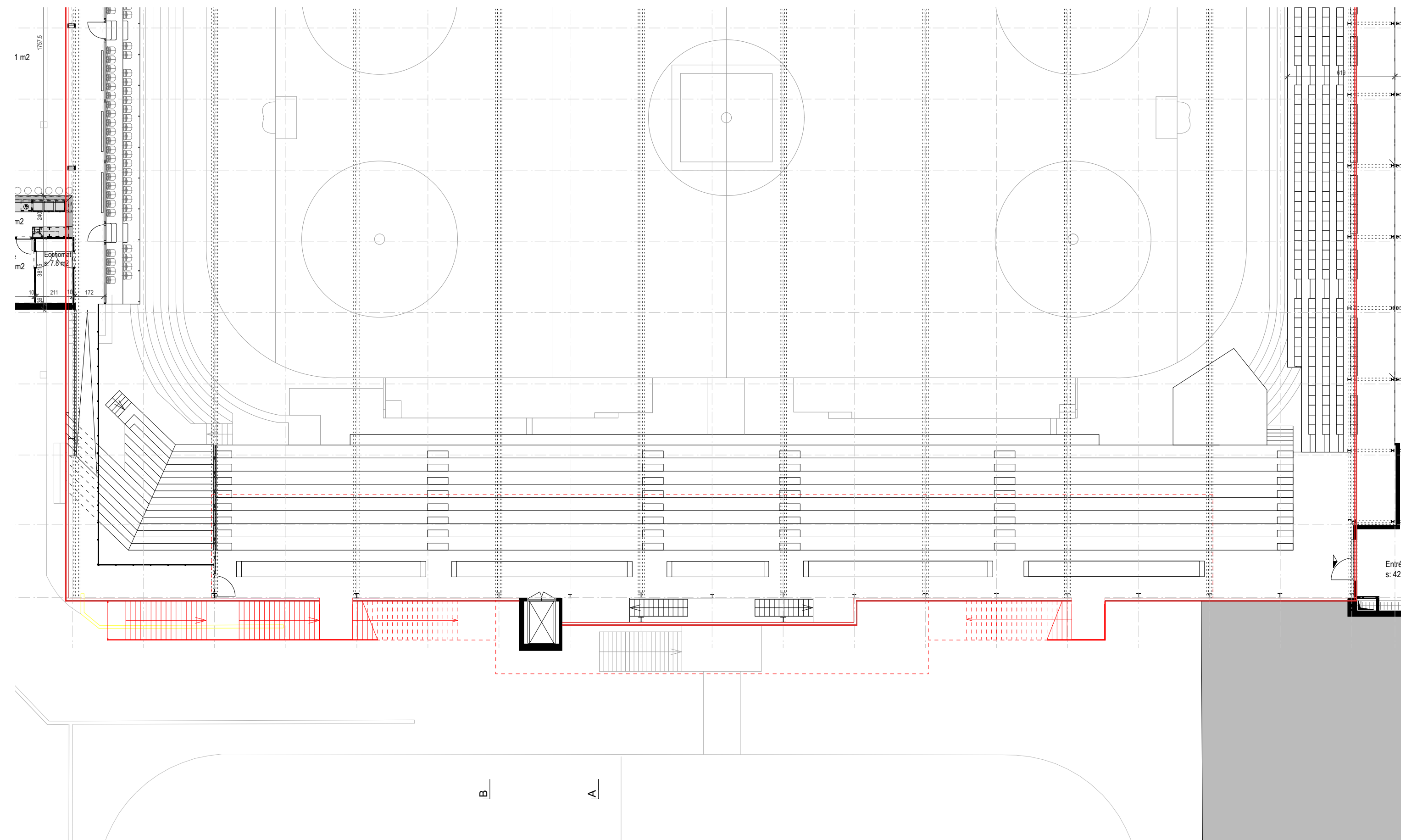
date: 07.01.2016

dessin:yb/rd

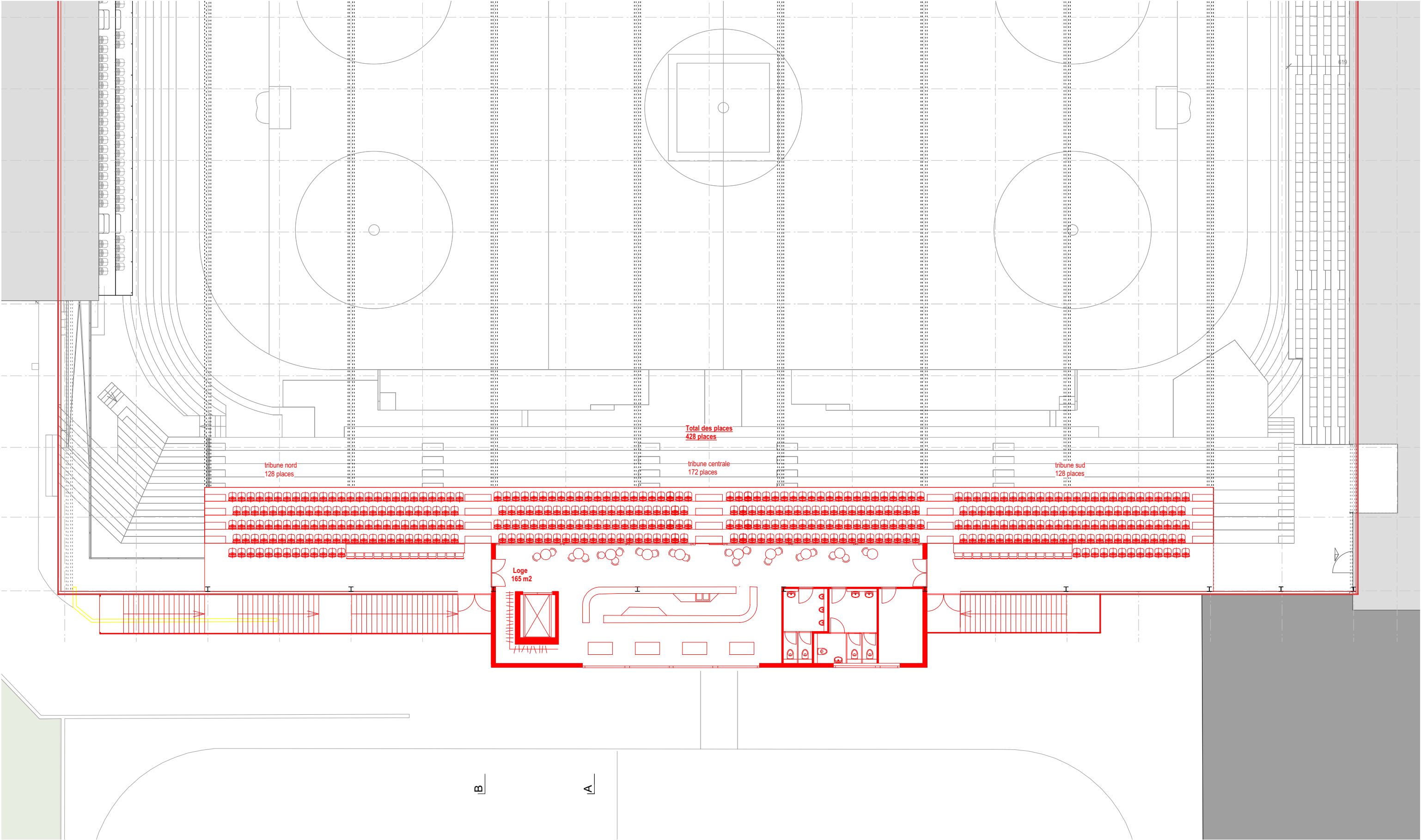


Légende: ■ Nouveau  
■ Démolition  
■ Existant

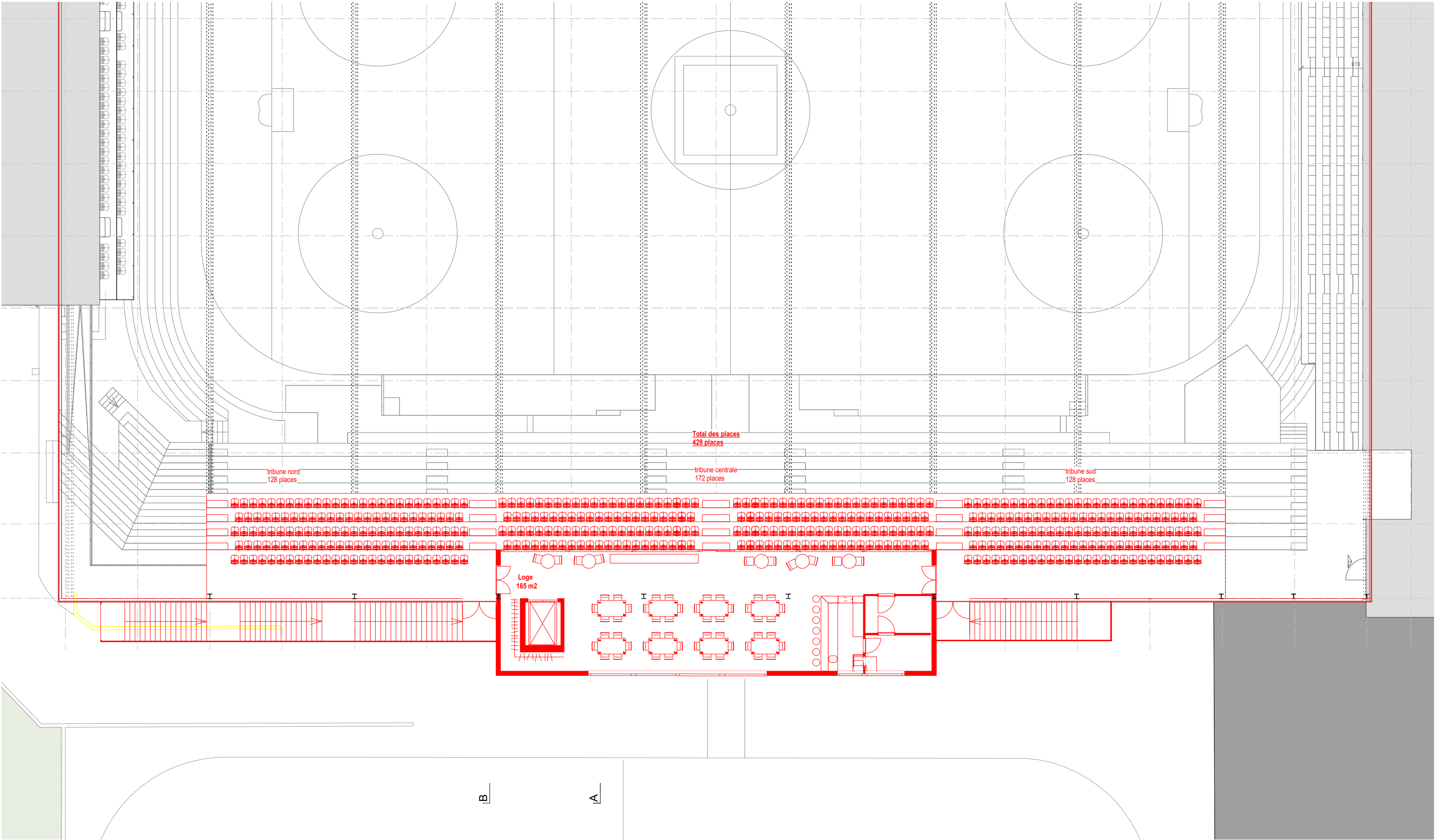




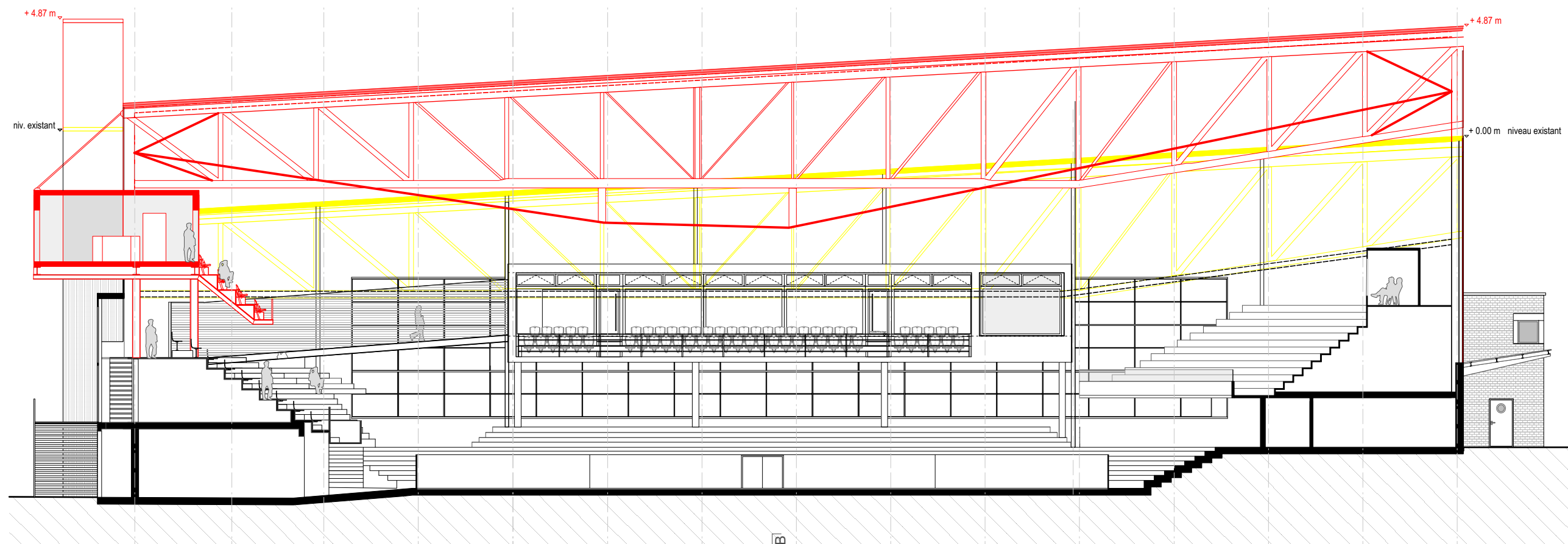
Légende: ■ Nouveau ■ Démolition ■ Existant



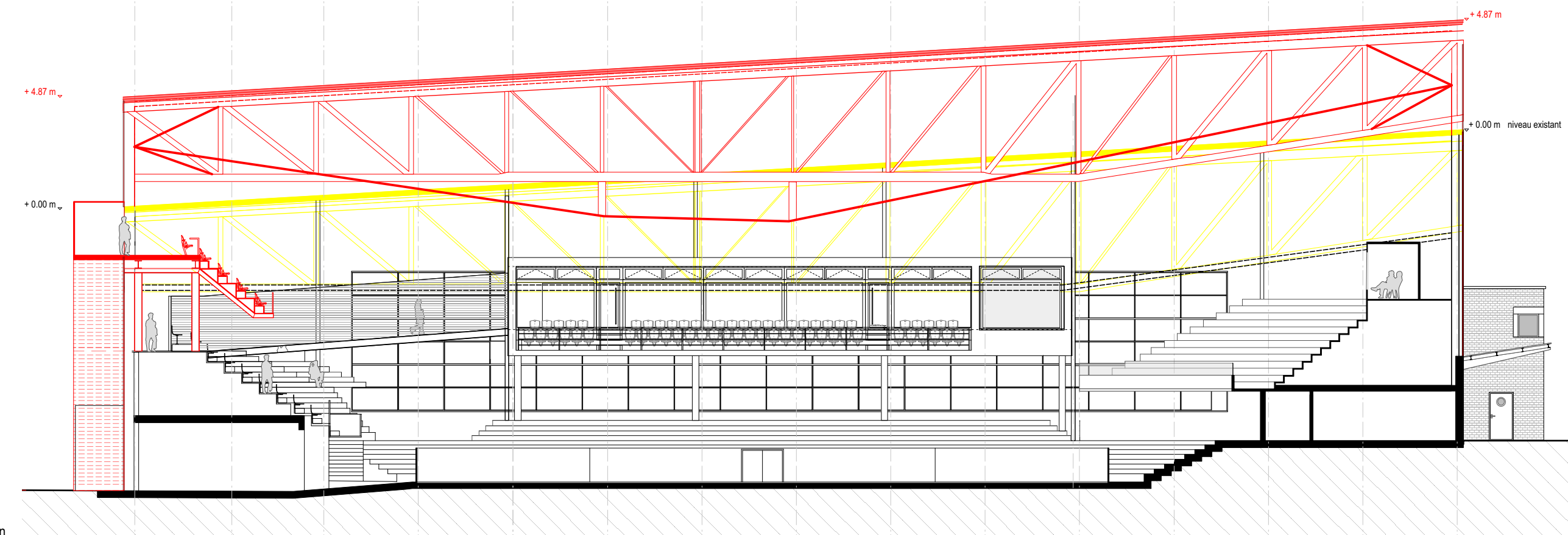
Légende: ■ Nouveau  
■ Démolition  
■ Existant



Légende: ■ Nouveau  
■ Démolition  
■ Existant



A-A'



B-B'

Légende: ■ Nouveau  
■ Démolition  
■ Existant

PHILIPPE **LANGEL** ARCHITECTE <sup>+</sup>

Créativité de rigueur

**ARCHITECTE**  
Philippe Langel SA  
Architecte dipl. EPFL / SIA  
Rue de la Côte 5 CH-2300 La Chaux-de-Fonds

## PATINOIRE DES MELEZES

Bien-Fonds n°17244, Rue des Mélèzes, 2300 La Chaux-de-Fonds  
Ville de La Chaux-de-Fonds / Service des sports

**Création d'une loge en façade ouest et réalisation de gradins**

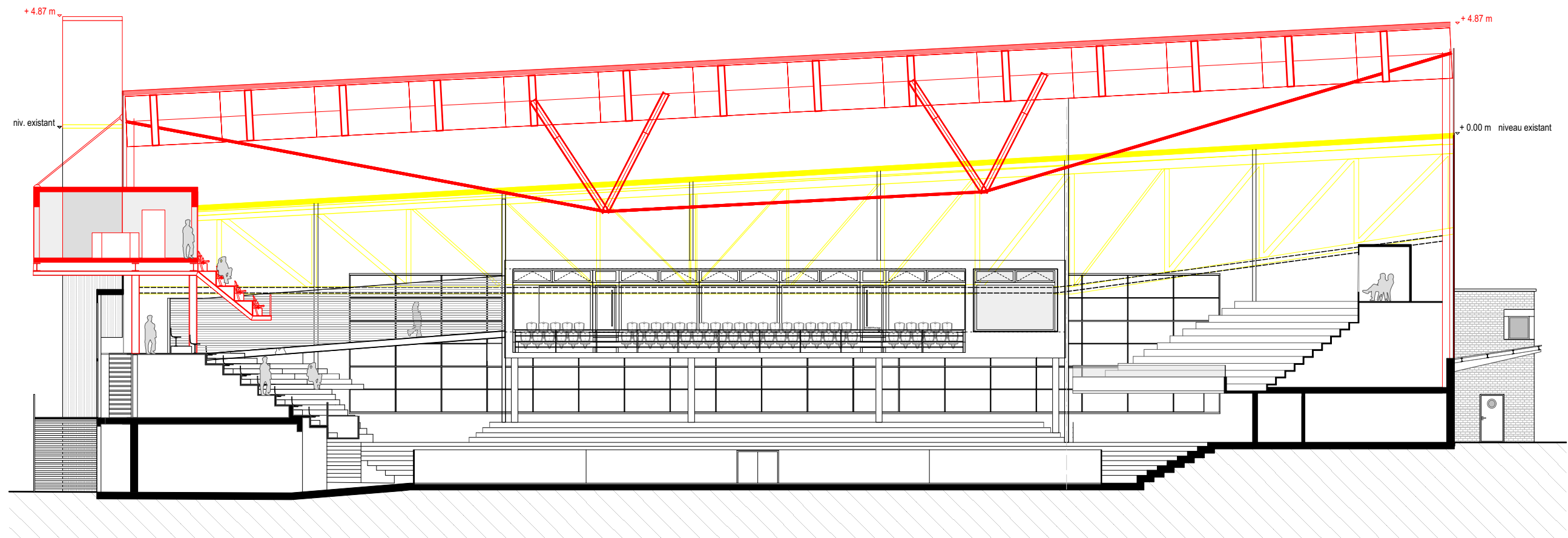
**Avant-projet**  
Coupes toiture existante renforcée et rehaussée

A3\_1/200

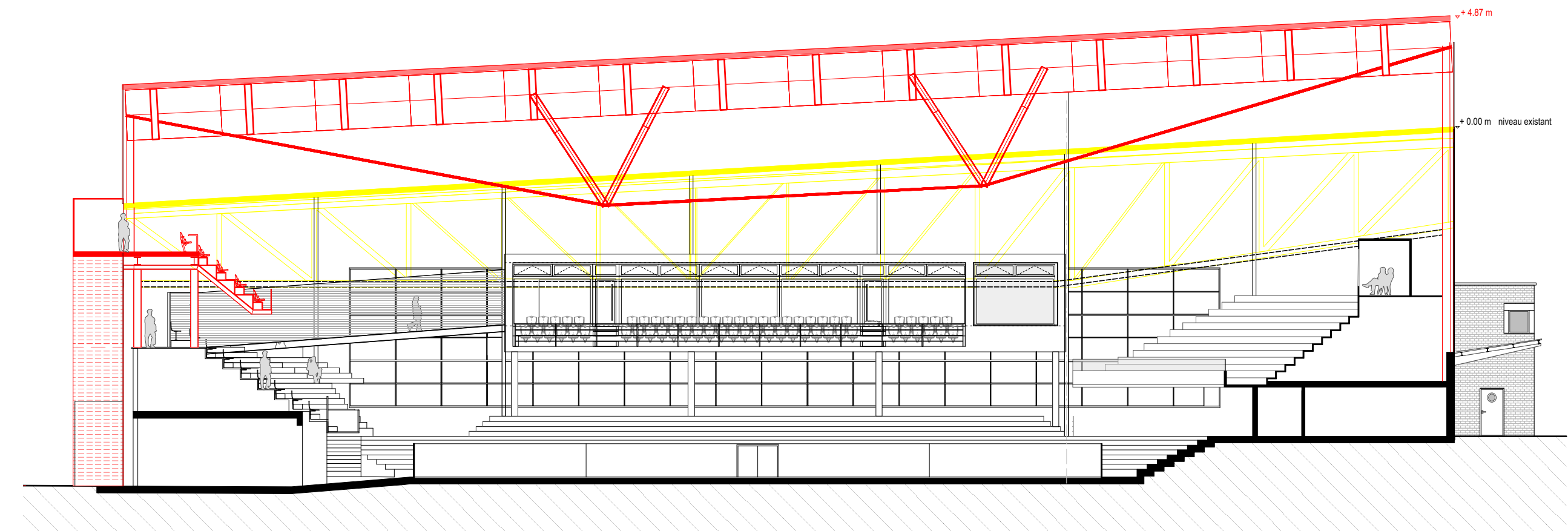
date: 07.01.2016

dessin:yb/rd





A-A'



B-B'

Légende: ■ Nouveau  
■ Démolition  
■ Existant

PHILIPPE **LANGEL** ARCHITECTE<sup>+</sup>

Créativité de rigueur

**ARCHITECTE** © Copyright et droits d'auteur réservés  
Philippe Langel SA  
Architecte dipl. EPFL / SIA  
Rue de la Côte 5 CH-2300 La Chaux-de-Fonds

## PATINOIRE DES MELEZES

Bien-Fonds n°17244, Rue des Mélèzes, 2300 La Chaux-de-Fonds  
Ville de La Chaux-de-Fonds / Service des sports

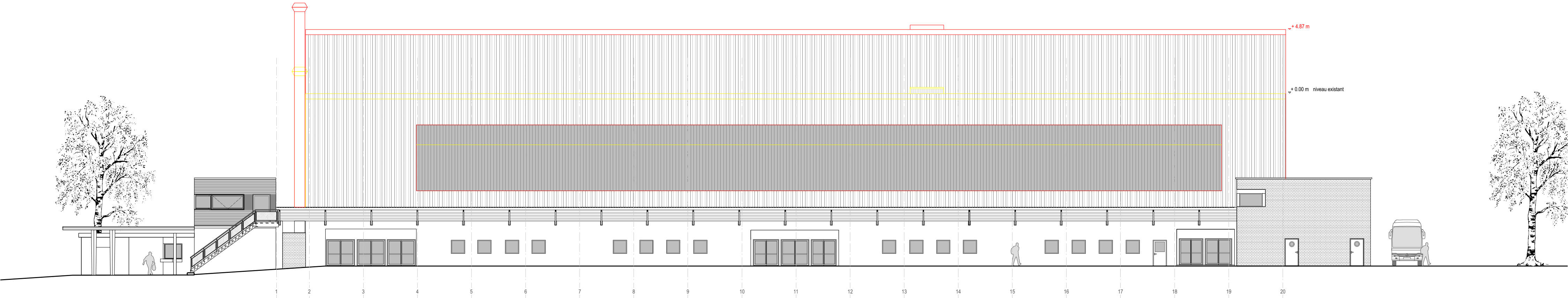
**Création d'une loge en façade ouest et réalisation de gradins**

**Avant-projet**  
Coupes nouvelle toiture

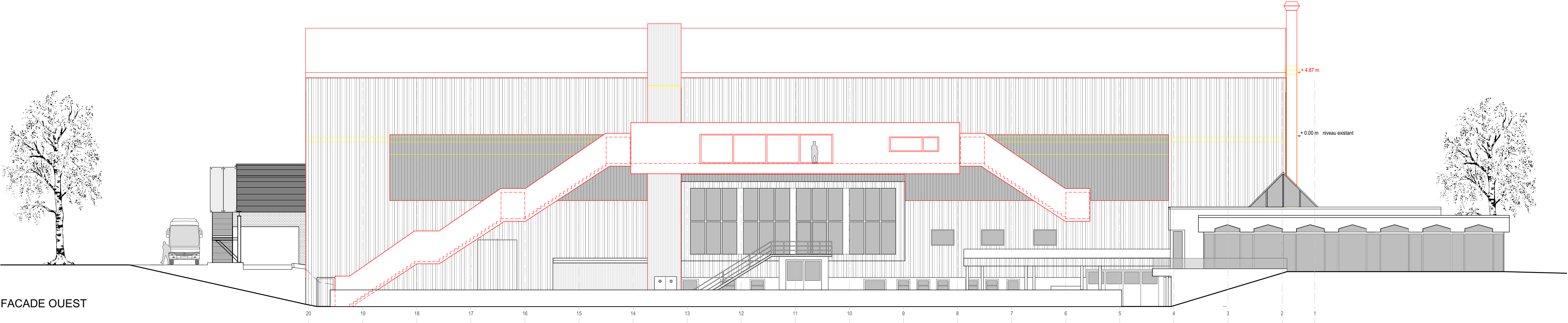
A3\_1/200

date: 07.01.2016

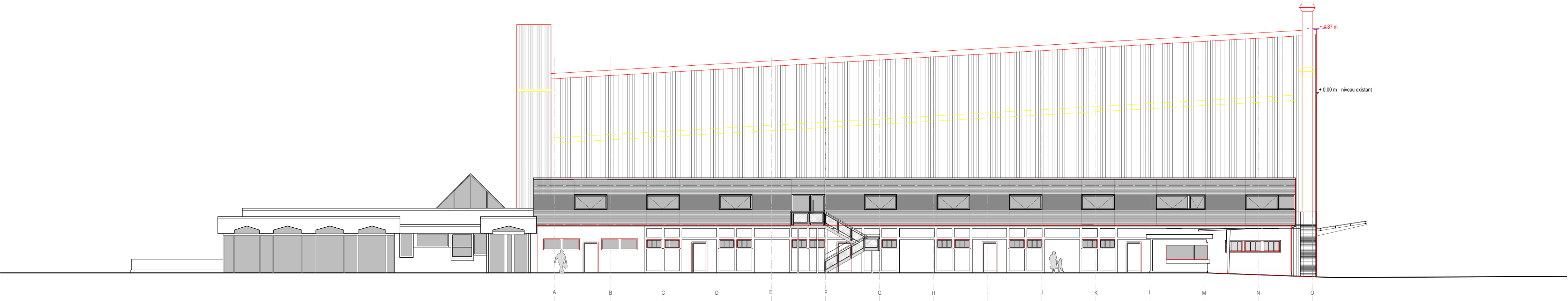
dessin: yb/rd



FACADE EST



FACADE OUEST



FACADE SUD



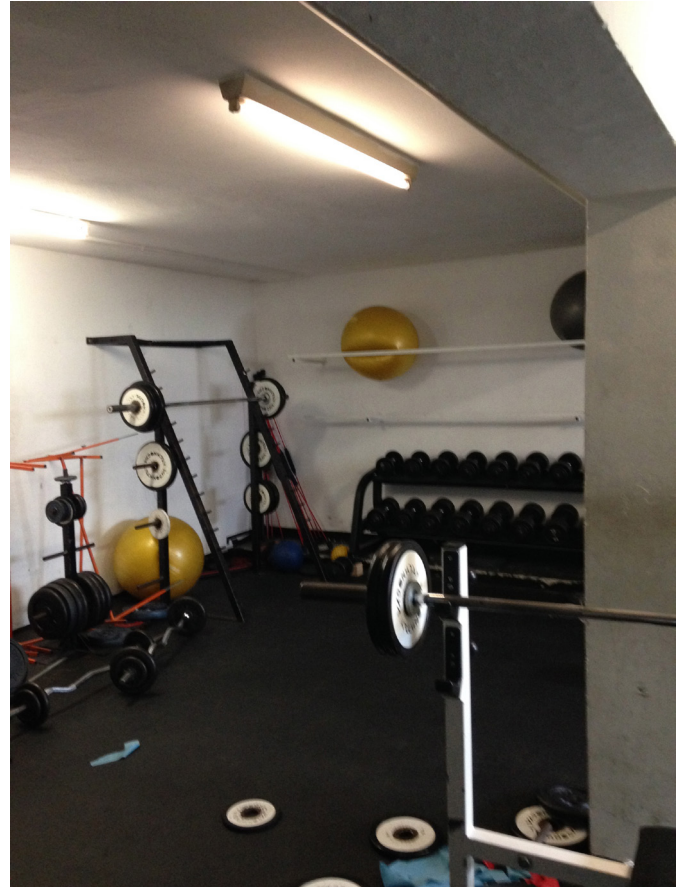
FACADE NORD

Légende: ■ Nouveau  
■ Démolition  
■ Existant

<b>PATINOIRE DES MELEZES</b> Bien-Fonds n°17244, Rue des Mélèzes, 2300 La Chaux-de-Fonds Ville de La Chaux-de-Fonds / Service des sports				MODIFIE LE:	
© Copyright et droits d'auteur réservés					
Avant-projet					
FACADES					
dim.: 84 x 59 cm				1:200	N° 844-100-04
dessin: nc-gm				date : 07.01.2016	
ARCHITECTE Philippe Langel SA Architecte dipl. EPFL / SIA Rue de la Côte 5					
Tél. 032 968 56 15 www.langel-architecte.ch					
PHILIPPE <b>LANGEL</b> ARCHITECTE <sup>+</sup>					
Créativité de rigueur					
CH-2300 La Chaux-de-Fonds Fax 032 968 56 10 info@langel-architecte.ch					



## Fitness





## Salles d'eau







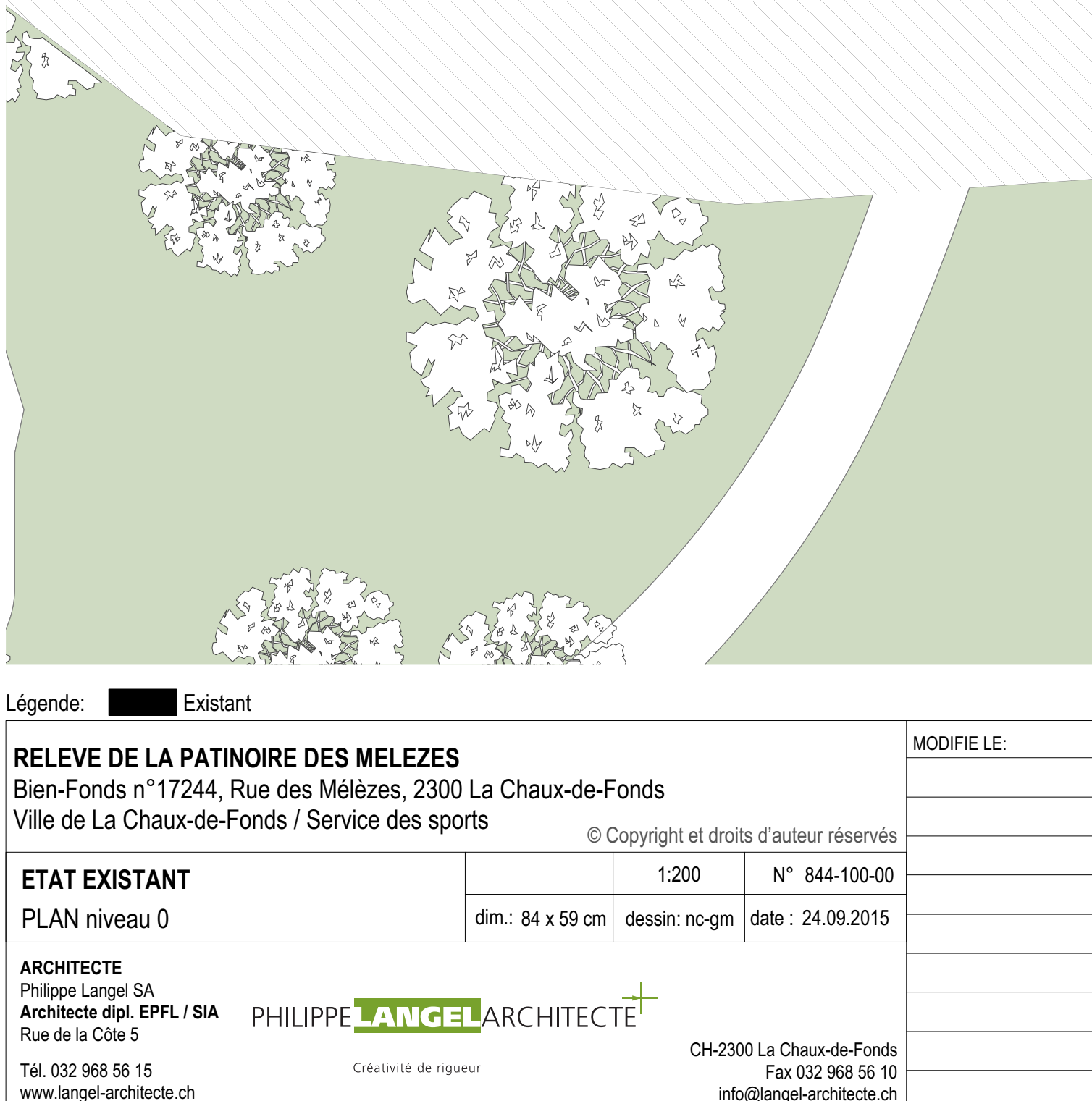
## Vestiaires écoles





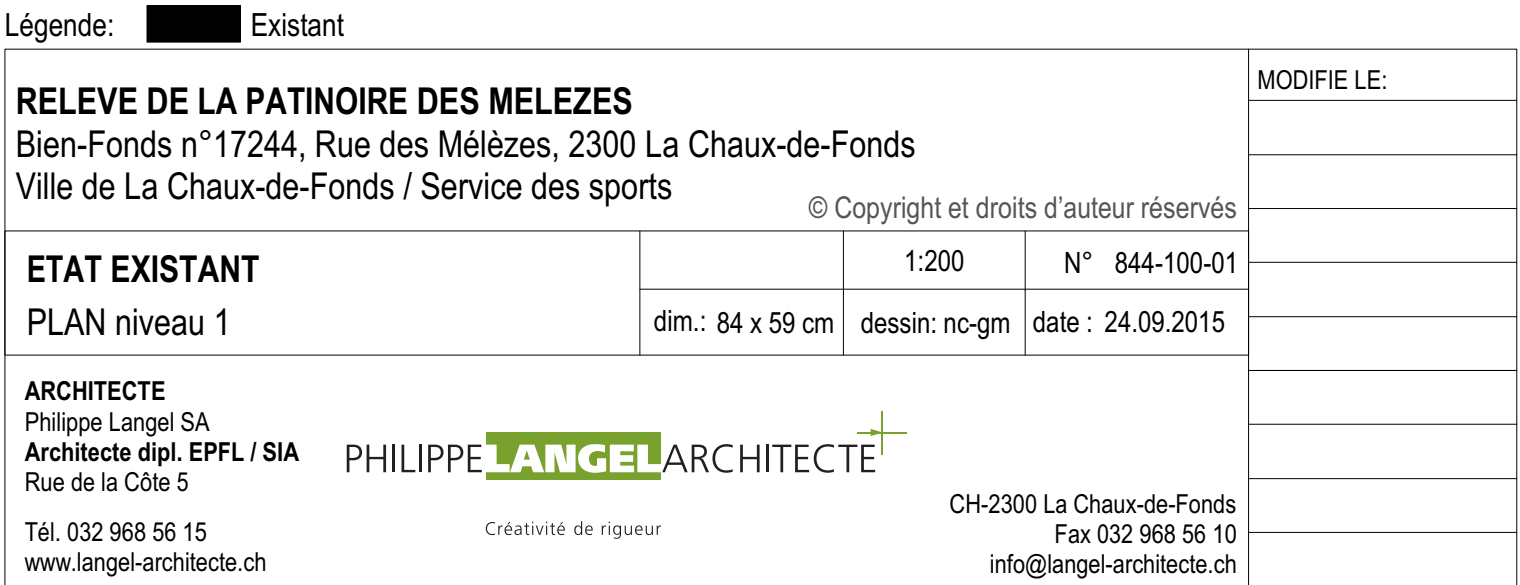
## Vestiaires club des patineurs



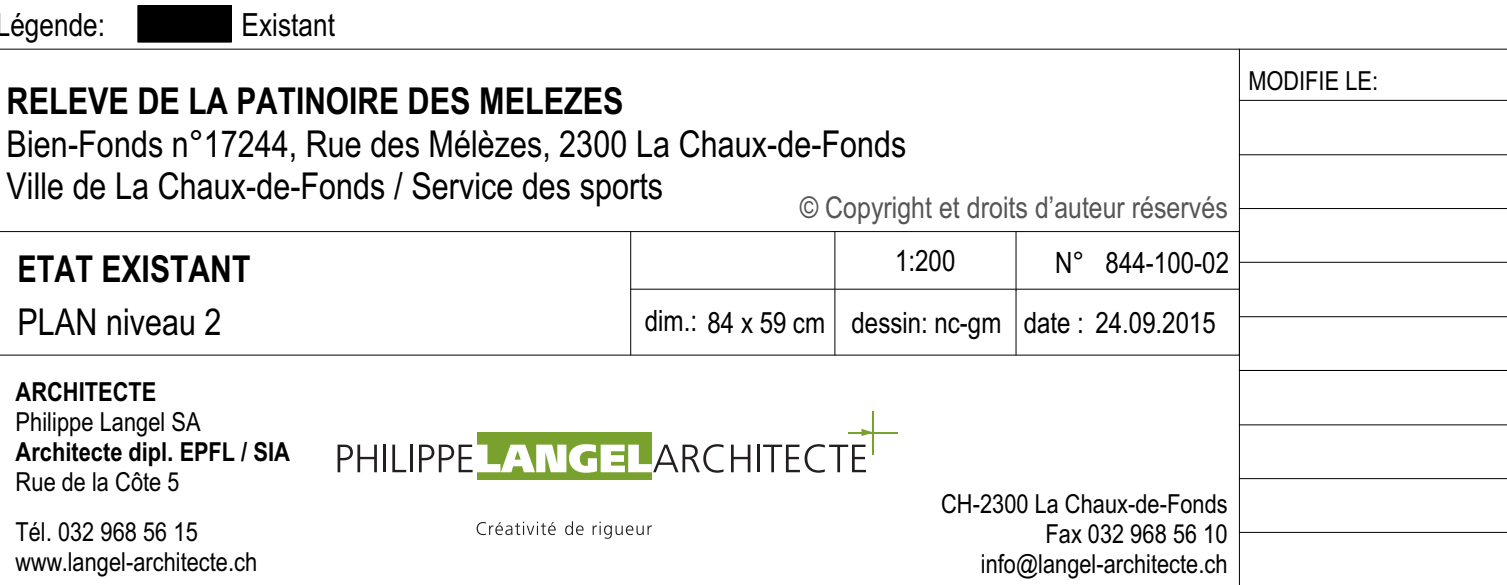


---

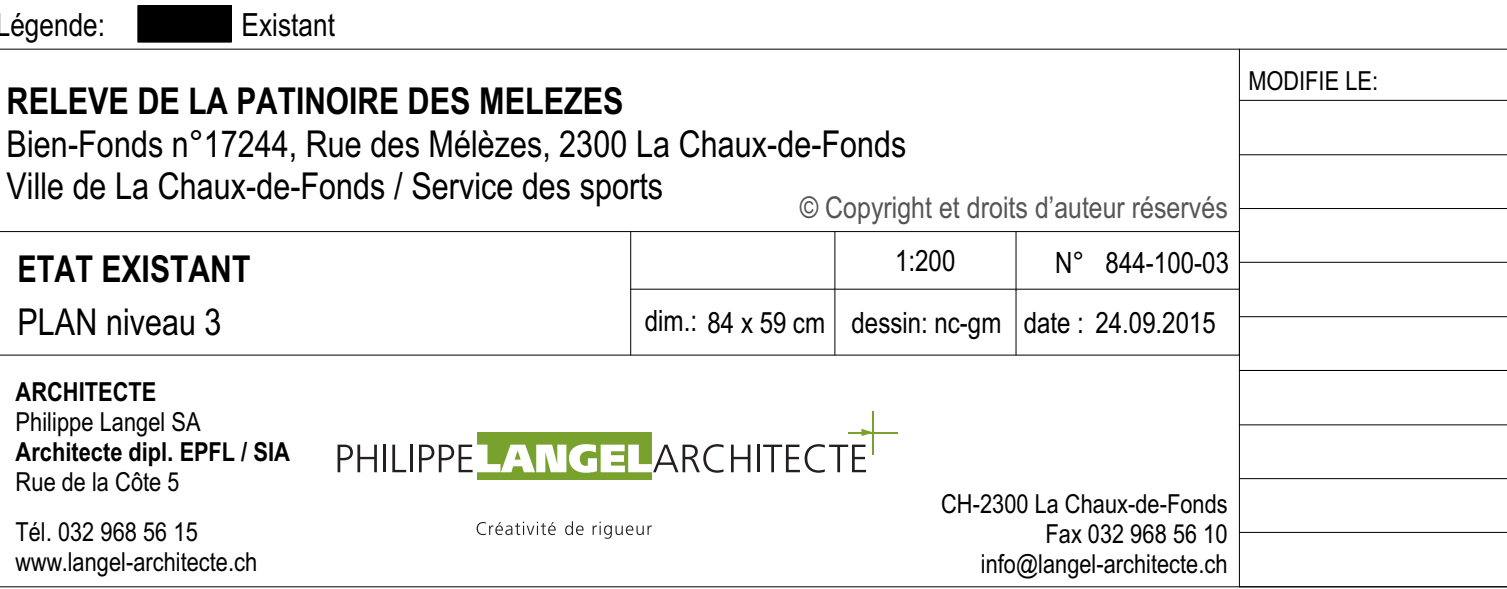
















<b>RELEVÉ DE LA PATINOIRE DES MELEZES</b> Bien-Fonds n°17244, Rue des Mèlèzes, 2300 La Chaux-de-Fonds Ville de La Chaux-de-Fonds / Service des sports		MODIFIE LE:	
© Copyright et droits d'auteur réservés			
<b>ETAT EXISTANT</b>		1:200	N° 844-100-04
<b>FACADES</b>	dim.: 84 x 59 cm	dessin: nc-gm	date : 24.09.2015
<b>ARCHITECTE</b> Philippe Langel SA Architecte dipl. EPFL / SIA Rue de la Côte 5		PHILIPPE <b>LANGEL</b> ARCHITECTE	
Tél. 032 968 56 15 www.langel-architecte.ch		CH-2300 La Chaux-de-Fonds Fax 032 968 56 10 info@langel-architecte.ch	

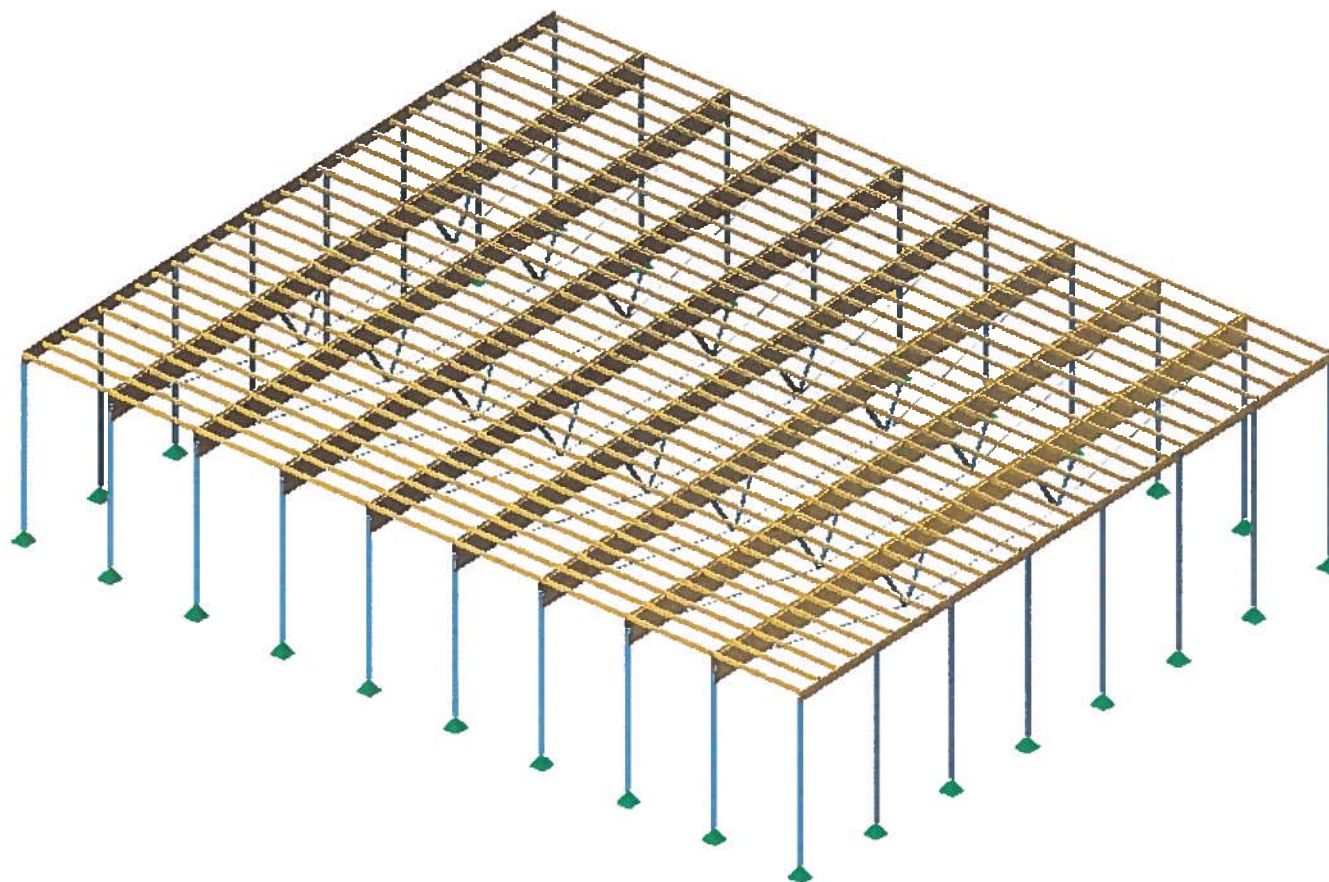


## **PATINOIRE DES MÉLÈZES**

Bien-Fonds n°17244, Rue des Mélèzes, 2300 La Chaux-de-Fonds  
Ville de La Chaux-de-Fonds / Service des sports

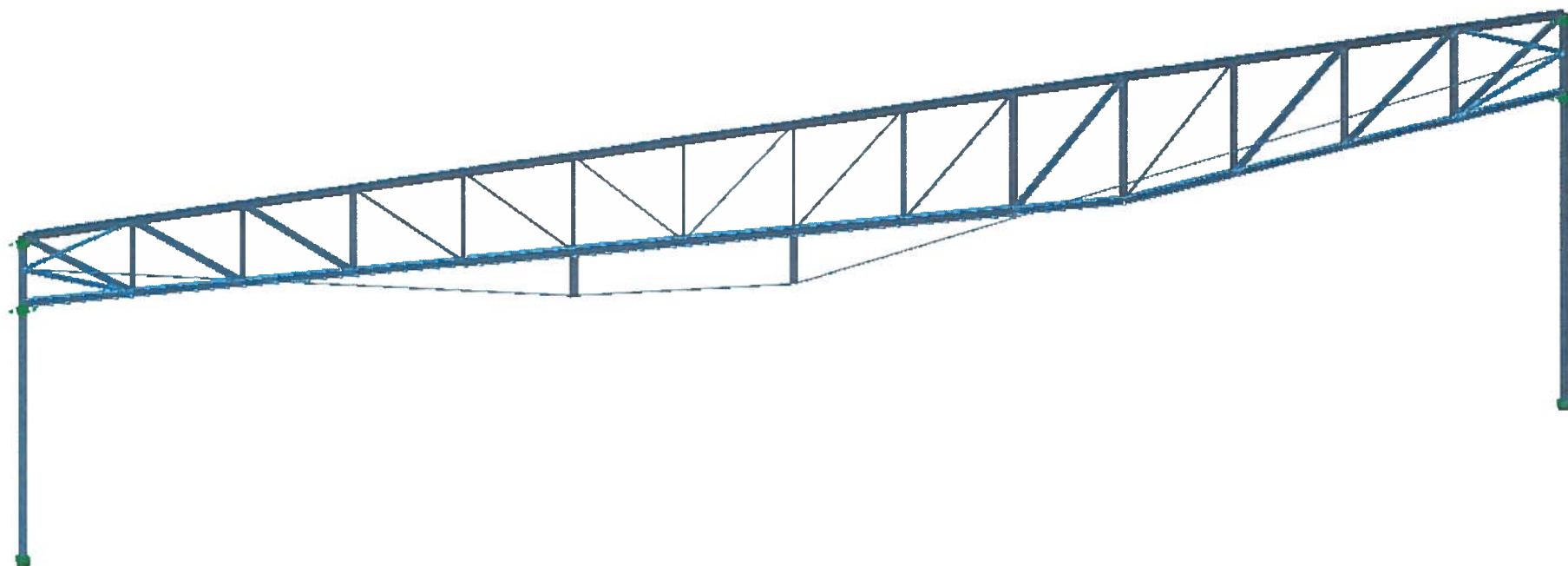
GVH La Chaux-de-Fonds SA Ingénieurs civils EPF/SIA, 2300 La Chaux-de-Fonds

Structure



Nr.:

Structure

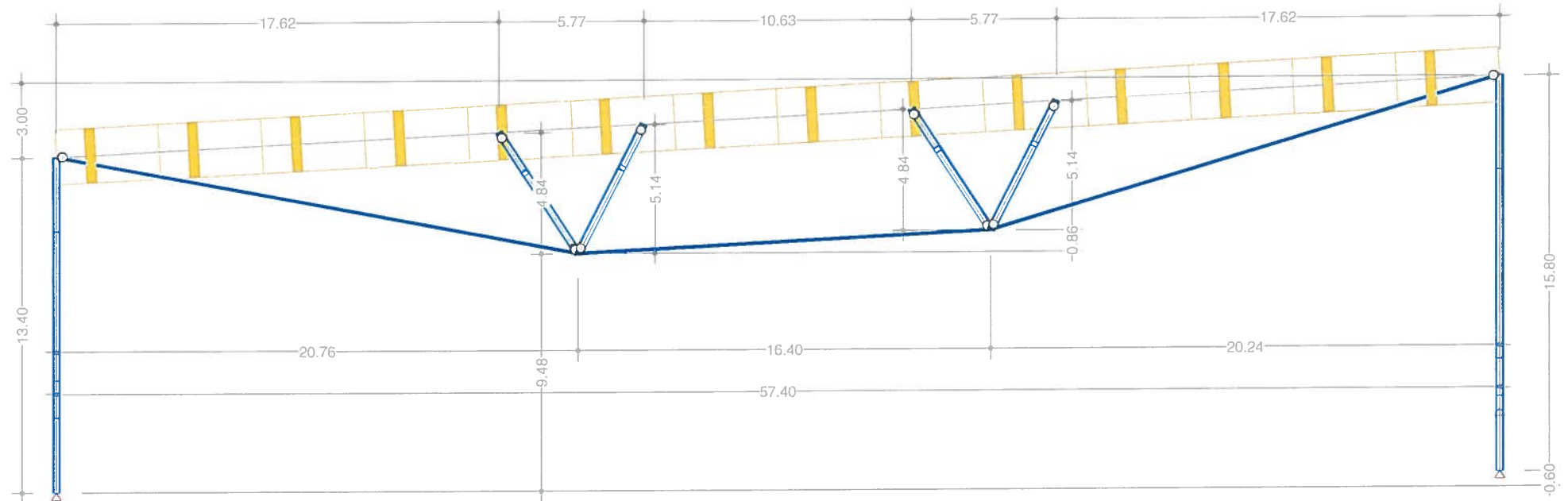


Nr.:



Structure

Échelle 1 : 239.4



Nr.:

M:\3317-Patinoire, La Chaux-de-Fonds\4-T1-Bases et documents techniques\3317.02-PG001.dwg

gvh

ingénieurs civils EPF-SIA

La Chaux-de-Fonds sa

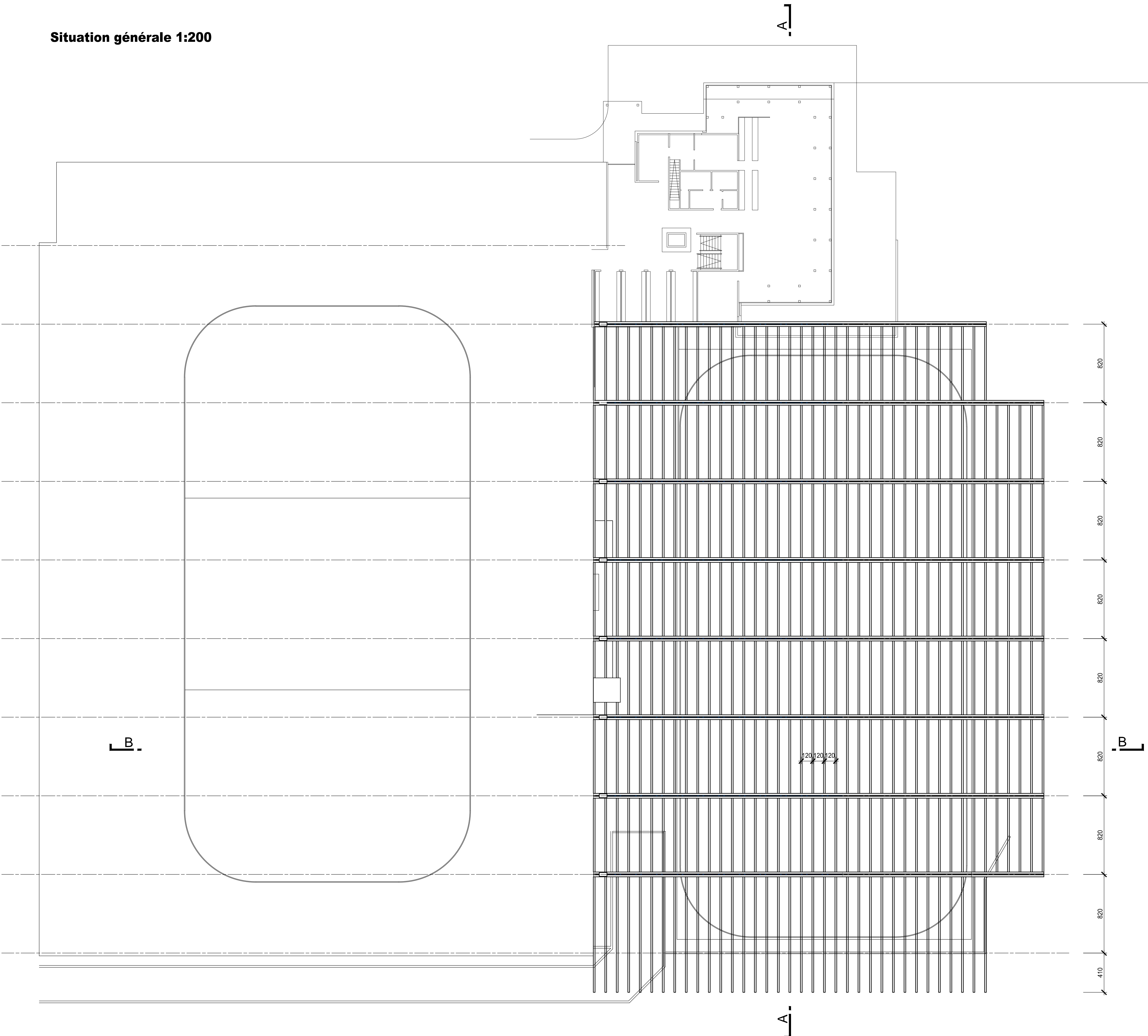
Promenade 12 | CP 2252 | CH2300 La Chaux-de-Fonds | T él. +41 (0) 32 910 93 00 | Fax +41 (0) 32 910 93 09  
chaux-de-fonds@gvh.ch | www.gvh.ch

Plan N° 3317.02-PG001		Phase de projet Projet d'exécution	
Echelle 1:200		Couverture de la patinoire 2300 La Chaux-de-Fonds	
Date 15.03.2004	Elaboration CT		
Format 60 x 84 cm	Contrôle		
	Visa		
Statut <input type="checkbox"/> Interne <input type="checkbox"/> Provisoire		Avant-Projet	
		Situation générale	

☐ Pour approbation

☐ Pour exécution

Situation générale 1:200



gvh

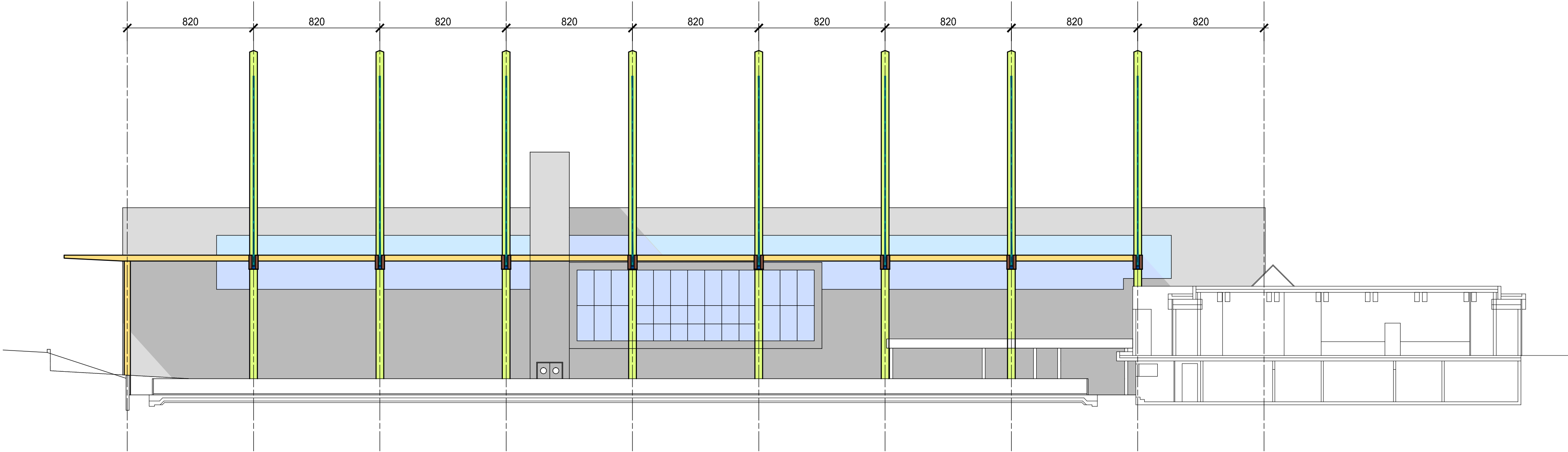
ingénieurs civils EPF-SIA

La Chaux-de-Fonds sa

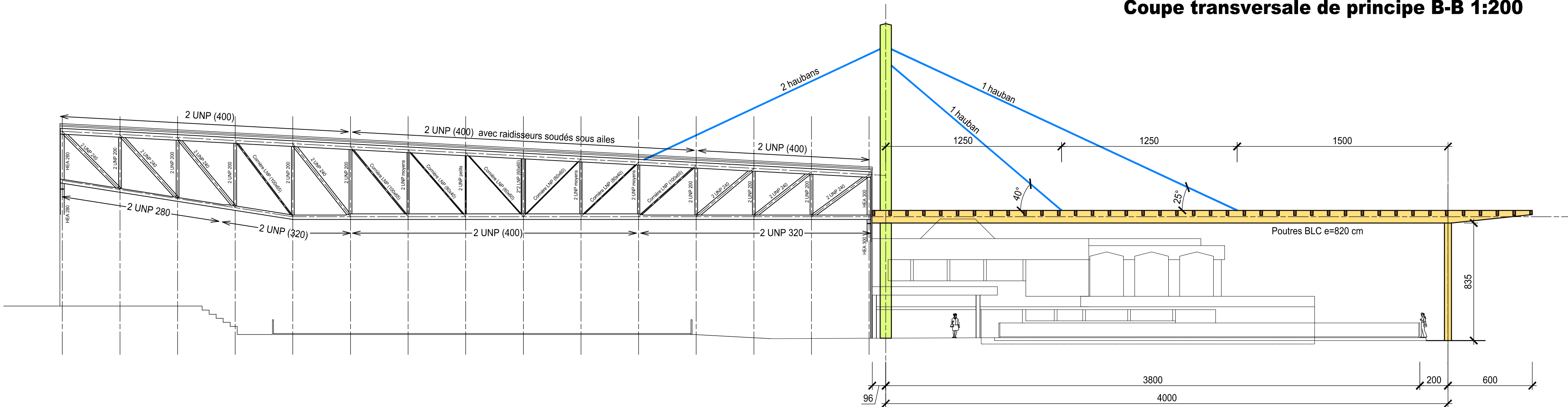
Promenade 12 | CP 2252 | CH2300 La Chaux-de-Fonds | T él. +41 (0) 32 910 93 00 | Fax +41 (0) 32 910 93 09  
chaux-de-fonds@gvh.ch | www.gvh.ch

Plan N° <b>3317.02-PG002</b>		Phase de projet Projet d'exécution		
Echelle 1:100 / 1:200		Couverture de la patinoire 2300 La Chaux-de-Fonds  Avant-Projet  Coupes		
Date 15.03.2004	Elaboration CT			
Format 60 x 84 cm	Contrôle			
	Visa			
Statut <input type="checkbox"/> Interne <input type="checkbox"/> Pour approbation <input type="checkbox"/> Provisoire <input type="checkbox"/> Pour exécution				

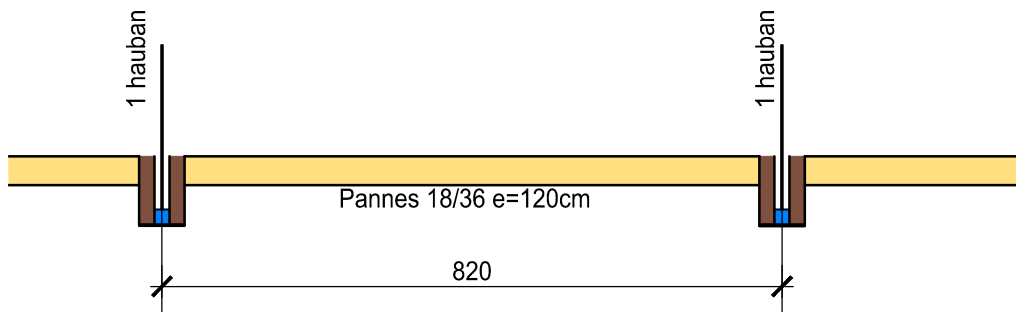
Façade ouest, élévation A-A 1:200



Coupe transversale de principe B-B 1:200



Coupe type 1:100

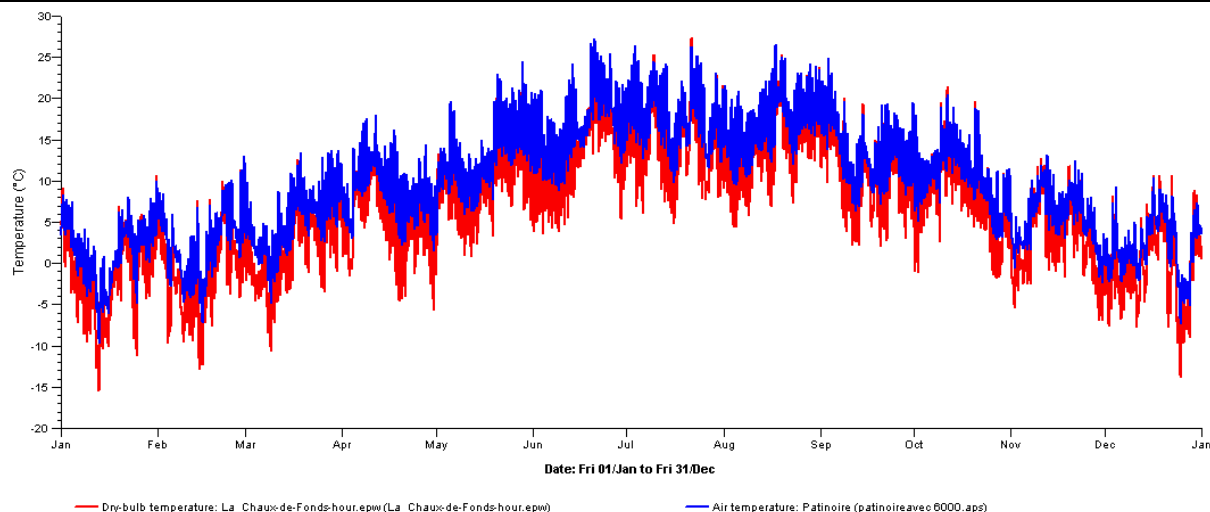


## **PATINOIRE DES MÉLÈZES**

Bien-Fonds n°17244, Rue des Mélèzes, 2300 La Chaux-de-Fonds  
Ville de La Chaux-de-Fonds / Service des sports

Planair SA Ingénieurs conseils en énergies et environnement, 2314 La Sagne

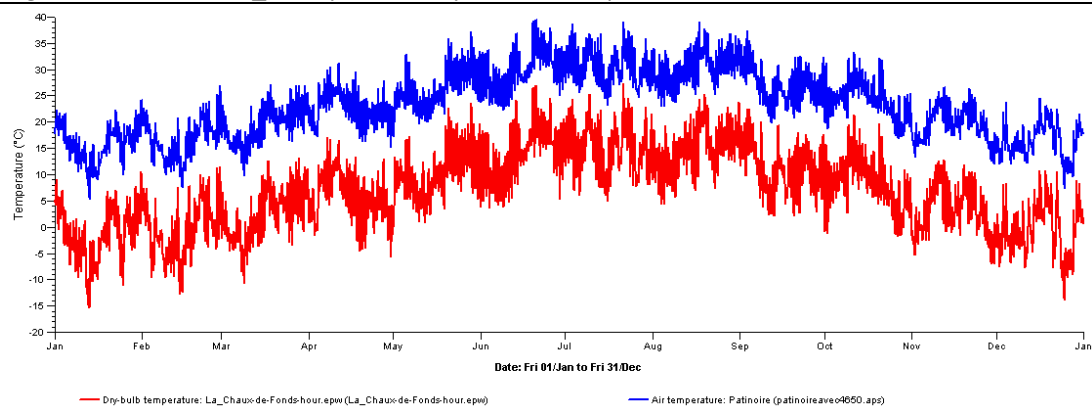
Figure 1 : Etat Actuel\_faible occupation (100 personnes)



**Observations :**

- température intérieure fortement influencée par la température extérieure ;
- température très variable (temp. Moy : 12°C)
- très fort inconfort en hiver

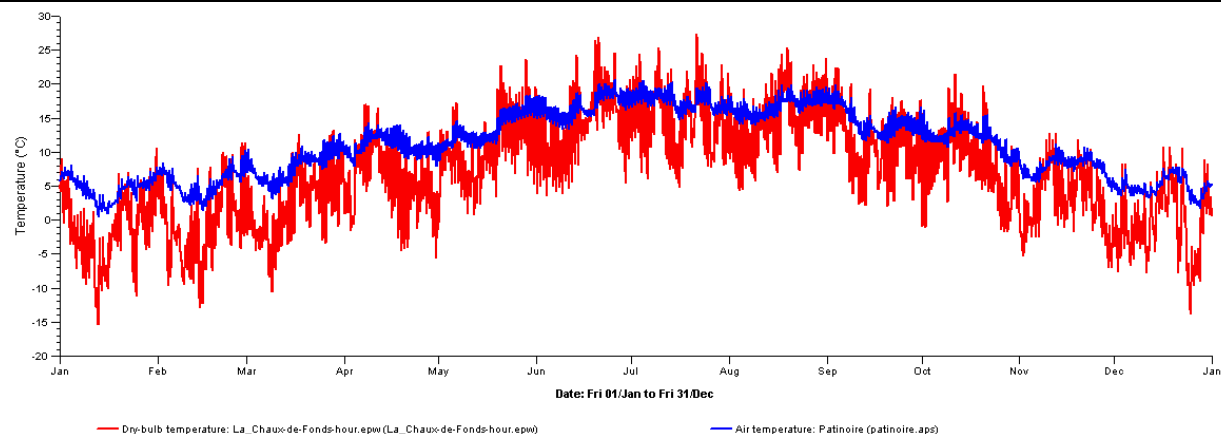
Figure 2 : Etat Actuel\_ occupation moyenne (2000 personnes)



**Observations :**

- température intérieure fortement influencée par la température extérieure ;
- température très variable (temp. Moy : 22°C)
- inconfort en hiver et en été

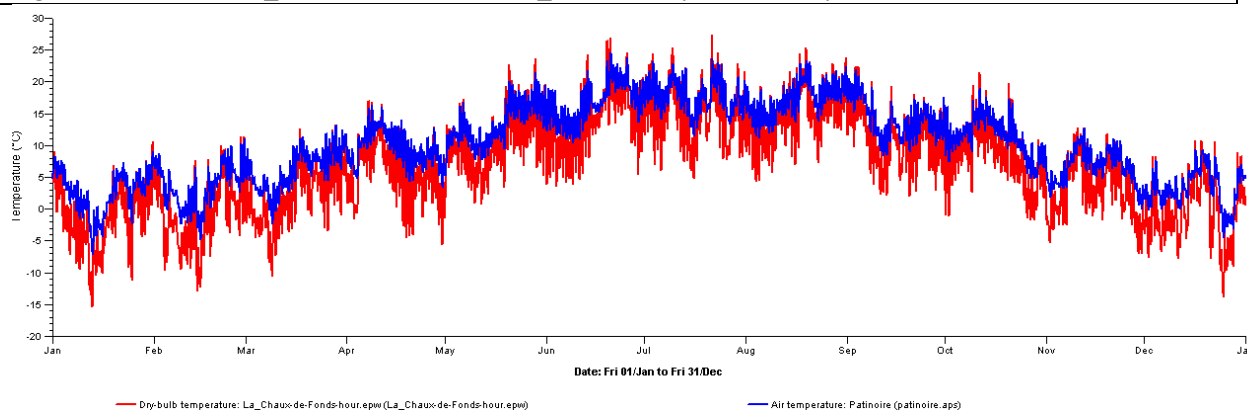
Figure 3 : Etat assaini\_ (Toit, murs, fenêtres, radier)\_faible occupation (100 personnes)



**Observations :**

- température intérieure peu influencée par la température extérieure ;
- température intérieure plus stable (temp. Moy : 14°C)
- moins d'inconfort en hiver

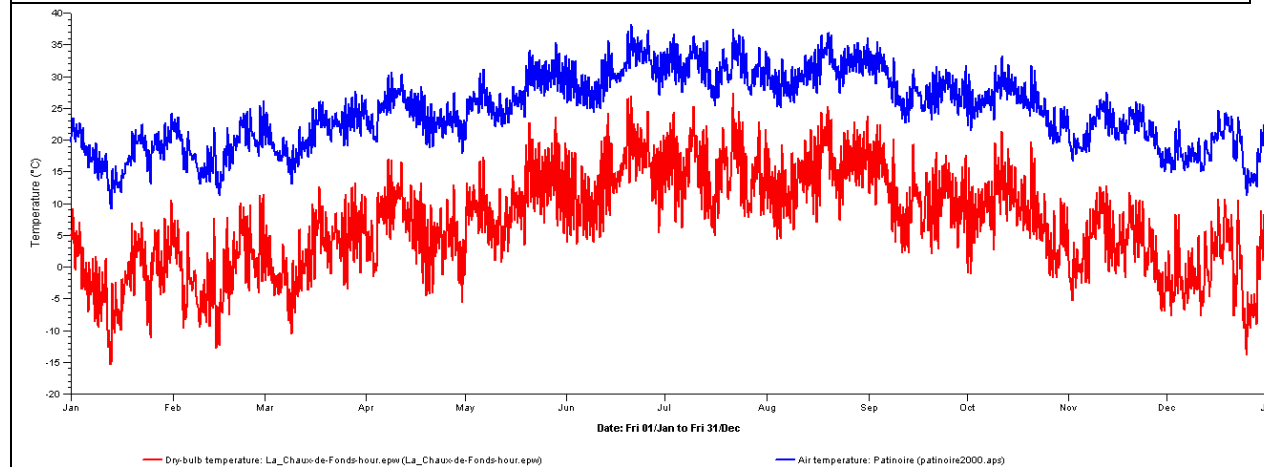
Figure 4 : Etat assaini\_ (Toit, murs, fenêtres)\_faible occupation (100 personnes)



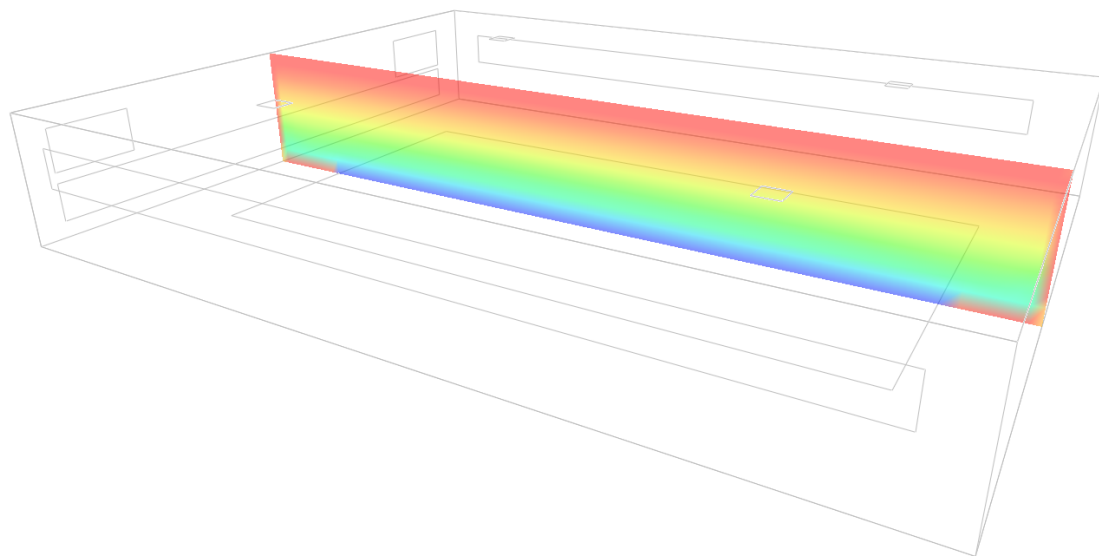
**Observations :**

- température intérieure moins influencée par la température extérieure par rapport au cas non isolé;
- température intérieure plus stable (temp. Moy : 12°C)
- moins d'inconfort en hiver par rapport au cas non isolé

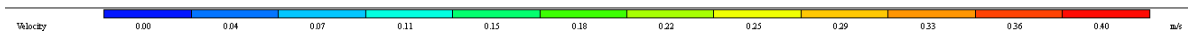
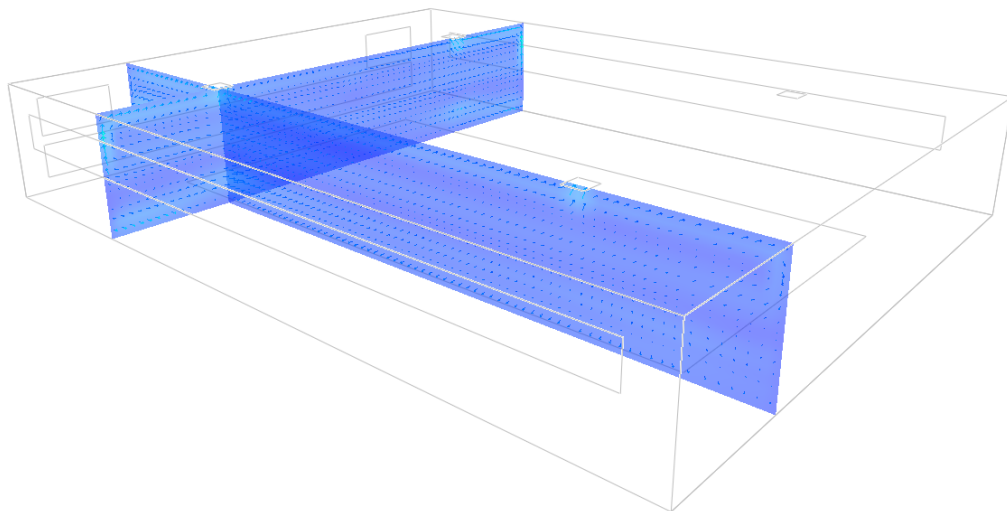
Figure 5 : Etat assaini\_ (Toit, murs, fenêtres)\_occupation moyenne (2000 personnes)



## Etat Actuel\_stratification des températures

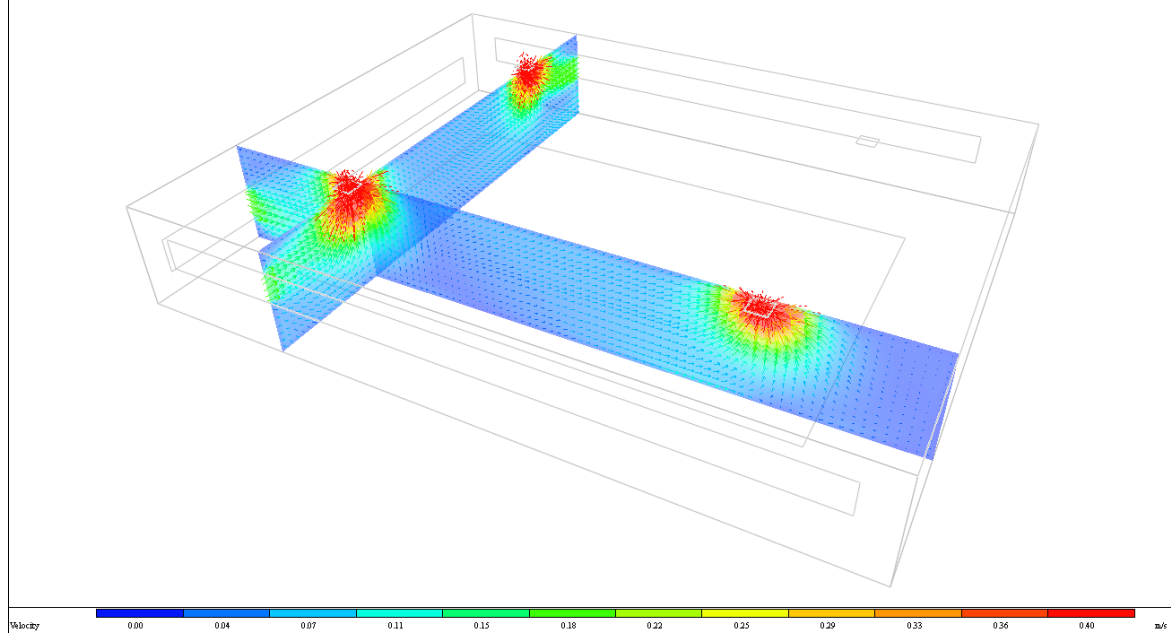


## Etat Actuel\_écoulement de l'air (vitesse)

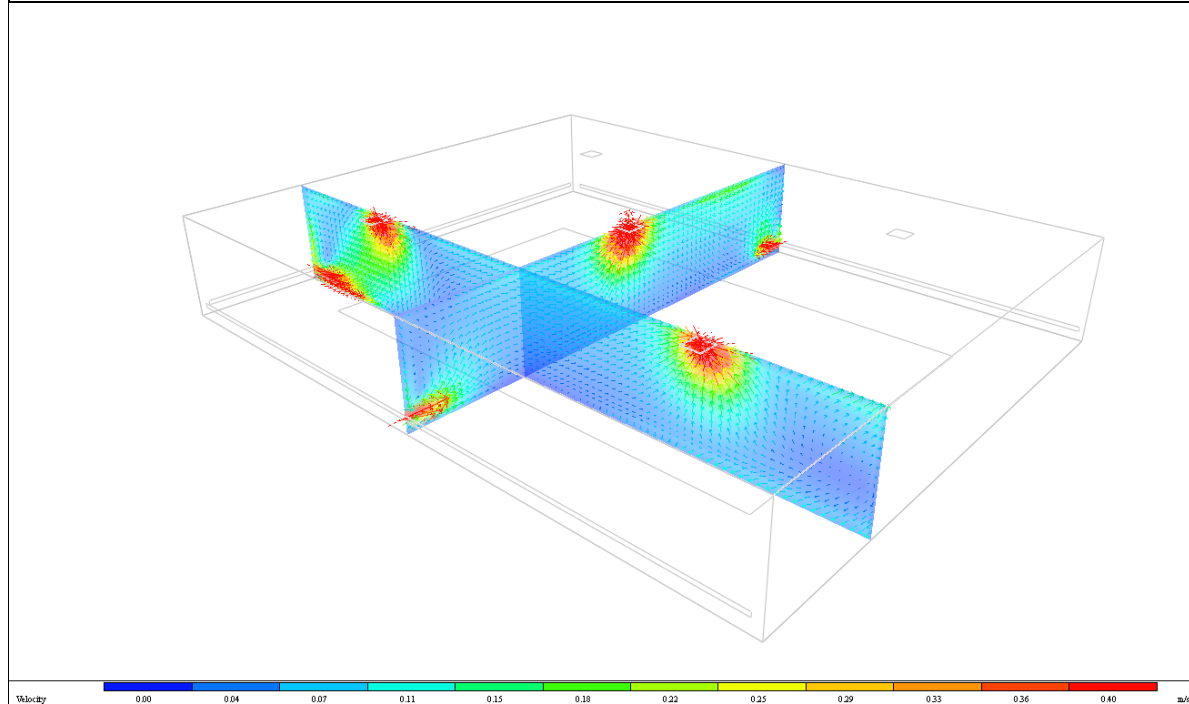




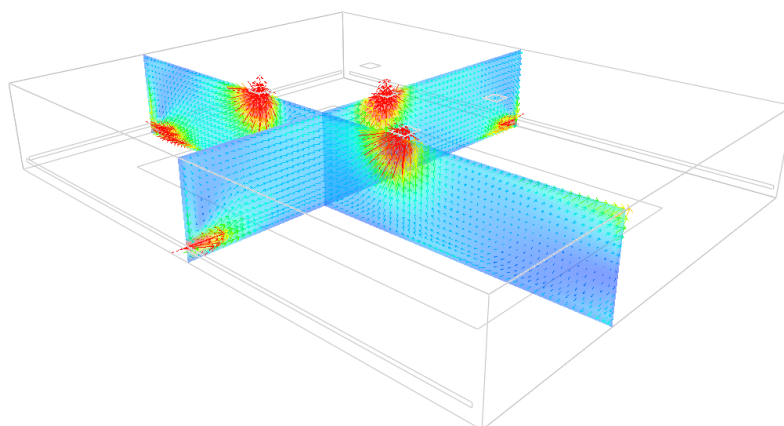
Vitesse de l'air avec 4 bouches d'extraction activées (2V/h chaque) et émission par les façades



Grille d'aération en bas + 5 bouches d'extraction (1.7V/h chacune)



## Grille d'aération en bas + 5 bouches d'extraction rapprochées au centre



### 2.4.2 Pourcentage d'insatisfaits résultant de sources locales d'inconfort supplémentaires

#### 2.4.2.1 Généralités

Même lorsque la température opérative optimale selon 2.4.1 est réalisée, des causes locales d'inconfort supplémentaires telles que les courants d'air ou des inhomogénéités de température peuvent augmenter le pourcentage d'insatisfaits. Pour une activité légère et sédentaire, ces pourcentages supplémentaires sont estimés à l'aide des diagrammes ci-dessous ou calculés au moyen des équations de l'annexe B.

#### 2.4.2.2 Plaintes pour courants d'air

Le pourcentage des occupants se plaignant de courant d'air alors que la température opérative est idéale est représenté dans la figure 8 et la vitesse locale de l'air admissible dans la figure 5.

Figure 8 Pourcentage de plaintes pour courants d'air en fonction de la vitesse relative de l'air moyenne près de l'occupant pour diverses températures et pour une intensité de turbulence de 50 % (d'après SN EN ISO 7730); en grisé, les limites tolérables dans les locaux à ventilation naturelle ou mécanique

