



GÉNÉRACTION POTENTIEL PHOTOVOLTAÏQUE DES INFRASTRUCTURES ROUTIÈRES CANTONALES

10 JUILLET 2025

SERVICE DES PONTS ET CHAUSSÉES

Démarche de l'étude générale

(thème tiré de l'étude Planair mandatée par le SPCH)

- Les sites à analyser sont :
 - Ouvrages à proximité des routes
 - Murs de soutènement
 - Parkings publics
 - Bâtiments d'exploitation des routes

- L'étude comporte deux principales étapes :
 - 1. Catégorisation, évaluation du potentiel et classification
 - 2. Etude de faisabilité pour les sites jugés prioritaires.

Méthodologie

Collecte et analyse des données à disposition

- Discussion avec les personnes de contact.
- Recherche de données utiles sur le SITN.

Application des filtres génériques

- Exclusion des objets situés en zone de danger, protection naturelle, paysagère et agricoles
- Prise en compte des ombrages des arbres (via le MNC 2022)

Application des filtres spécifiques à chaque catégorie

- Voir détails slides de résultats

Si besoin: nettoyage «à la main» des objets. Basé sur analyse visuelle

- Analyse Photo360 et Google Street View
- Utilisation d'un formulaire pour homogénéiser les données.

Calcul automatisé de productible (scripts)

- Script python
- API avec PVGIS

Analyse technico-économique et priorisation

Analyse visuelle

- L'analyse visuelle permet de construire **une base de données sur la faisabilité d'un projet photovoltaïque** sur les objets étudiés :
 - Orientation et pente des panneaux
 - Facilité d'accès et facilité de mise en œuvre de l'installation
 - Difficulté de mise en œuvre : impossibilité de mettre des panneaux, présence de trottoir, réduction du gabarit de la route, etc.
 - Obstacles et végétalisation présente sur la surface
 - Ombrages proches
 - Risques d'éblouissement
 - Nombre de panneaux / surface PV
 - Estimation du % de mur que l'on peut recouvrir de PV en prenant en compte obstacle, ombrage, etc.
- Les données sont aussi utilisées pour **la quantification du potentiel technique** et pour **l'évaluation économique**.



Exemple d'analyse visuelle

L'analyse visuelle se fait principalement à l'aide de Photo360 (le service du canton), et de Google Street View.

Analyse économique

- L'**objectif** de l'analyse économique est de construire les 3 indicateurs suivants :
 - Coût spécifique (CHF/kWc)
 - LCOE (CHF/MWh)
 - LCOE avec subvention Pronovo (CHF/MWh)
- Les **catégories** de coût pris en compte sont ;
 - Dépenses d'investissement (module, structure, onduleur, matériel et main d'œuvre)
 - Raccordement réseau
 - Logistique et sécurité (selon la difficulté d'accès/mise en œuvre/présence de routes/piétons).
 - Planification
 - Surcoût végétalisation des objets
 - Surcoût éblouissement
 - Dépenses d'entretien
- Les coûts **diffèrent selon les types d'ouvrages**, la taille de l'installation et la faisabilité technique.

Coûts de raccordement

- Les coûts de raccordement sont estimés à partir des distances des objets avec l'armoire de distribution ou la station de transformation la plus proche.
- La localisation des postes électriques a été possible en regroupant les données des différents GRD (sauf La goule).
- Hypothèses supplémentaires :
 - Pour les tunnels, une distance de raccordement de **50m** a été pris en compte
 - Pour la zone couverte par le GRD La Goule, la **moyenne des distances** de raccordement par type d'objet a été pris en compte.
 - Pas de raccordement pour les bâtiments



Les distances de raccordement étant calculés en ligne droite, elles sont probablement sous-estimées. Ainsi un supplément de **30%** a été pris en compte sur l'ensemble des distances de raccordement.

Priorisation des objets

- Les objets sont affectés de 3 notes allant de 1 (meilleure note) à 4 (moins bonne note) :

Note sur la puissance installable

Note	Critère
1	> 100 kWc
2	Entre 50 et 100 kWc
3	Entre 20 et 50 kWc
4	< 20 kWc

Note sur le coût de production (LCOE)

Note	Critère
1	< 200 CHF/MWh
2	Entre 200 et 300 CHF/MWh
3	Entre 300 et 400 CHF/MWh
4	> 400 CHF/MWh

Note sur la faisabilité technique

Note	Critère
1	Pas de contrainte ou seulement contraintes de criticité faible
2	Présence d'une contrainte de criticité modérée
3	Présence d'une contrainte de criticité forte
4	Objet non évalué ou impossible de mettre des modules PV

Contraintes	Criticité
Accès travaux	Importante
Accès maintenance	Modérée
Risque d'éblouissement	Faible
Végétalisation de la surface	Modérée
Distance à la route	Modérée
Proximité des infrastructures piétonnes	Faible
Réduction du gabarit de la route	Importante
Autres	Faible

Note finale

- Une note finale de priorisation est affectée à partir des 3 notes techniques et économiques :

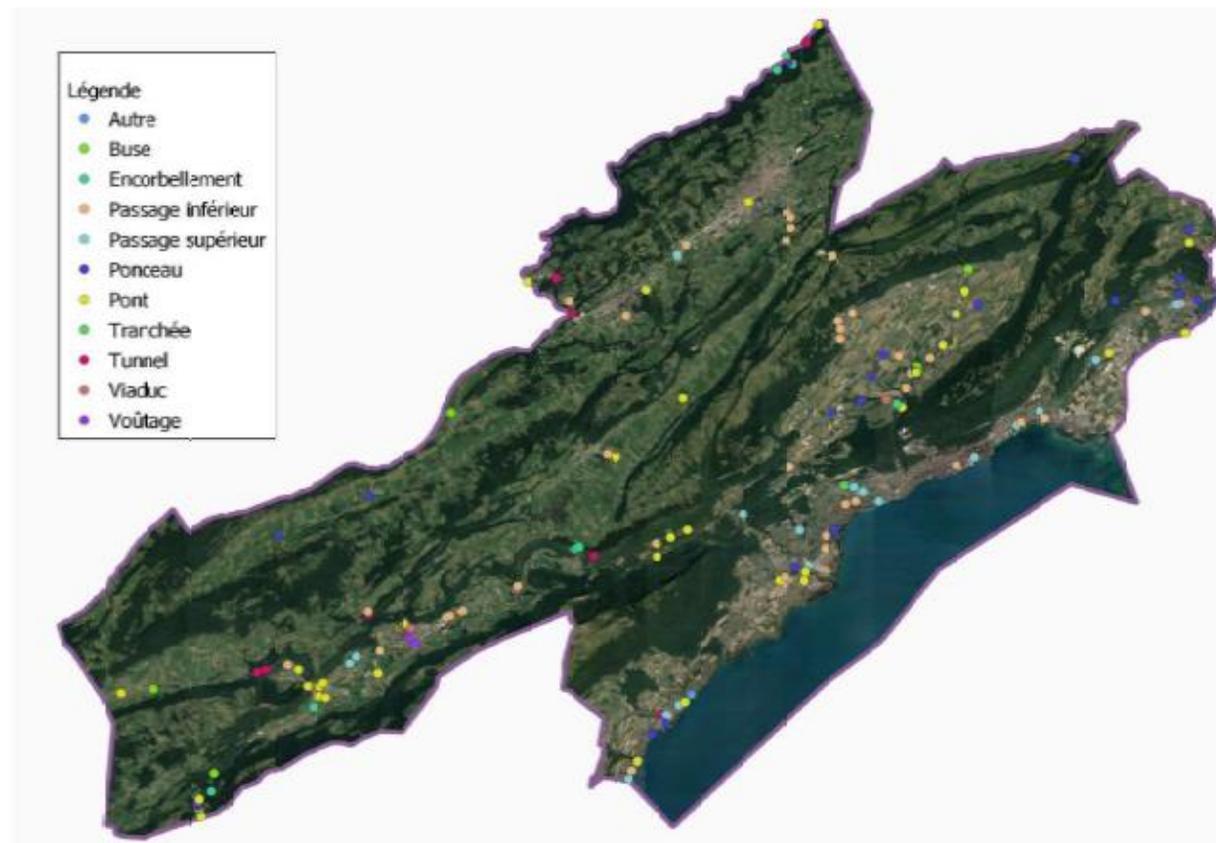
Note de priorisation

Note	Evaluation	Critère
1	Priorité haute	Objets ayant obtenu la meilleure note pour chaque évaluation
2	Priorité moyenne	Objets ayant obtenu au moins une meilleure note dans une évaluation
3	Non prioritaire	Objets n'ayant pas obtenu de meilleure note dans une évaluation
4	A ne pas considérer	Objets ayant obtenu au moins une note de 4 dans une évaluation

Ouvrages exclus

- Filtre sur les types d'ouvrages selon le tableau ci-dessous

Type d'ouvrage	Exclusion
Buse	Oui
Passage inférieur bétail	Oui
Passage inférieur piéton	Oui
Passage supérieure	
Tunnel	
Encoorbellement	Oui
Galerie	
Pont	
Passage à niveau	Oui
Passerelle piéton	
Ponceau	Oui
Tranchée	
Viaduc	
Voutâge	Oui
Autre	A voir au cas par cas

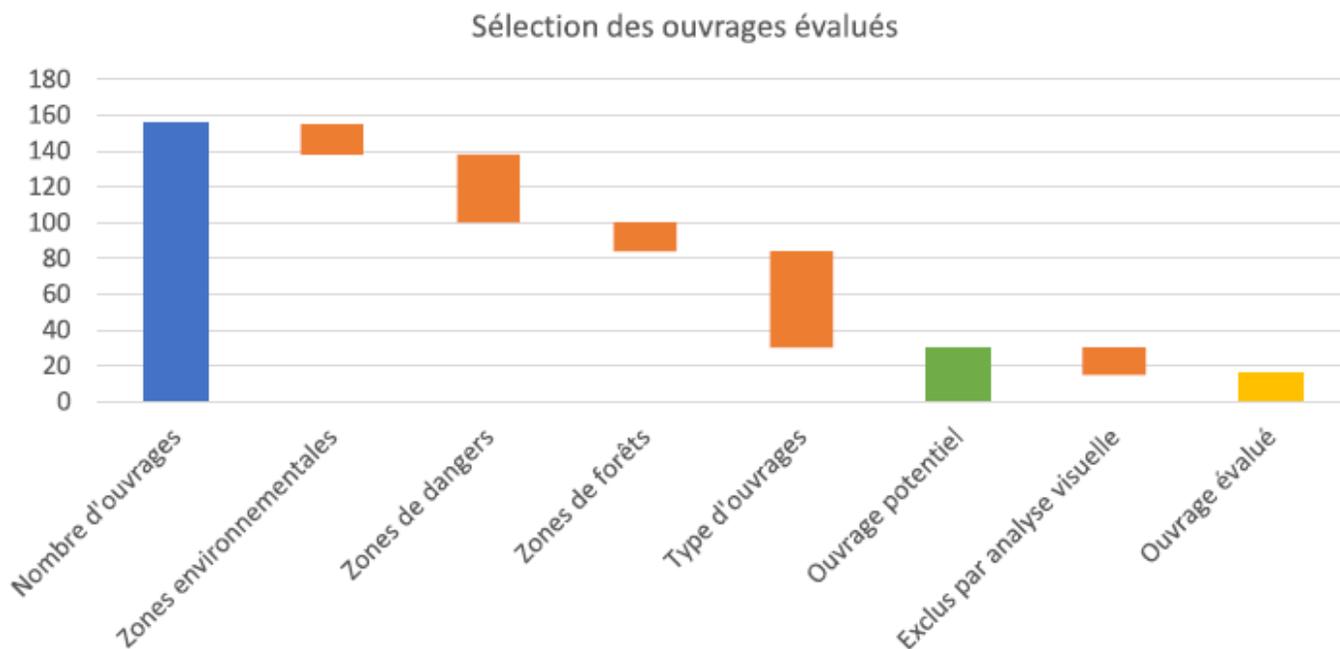


Localisation des ouvrages

Filtre établi par Mme Otter, technicienne en ouvrage d'art du canton.

Sélection des ouvrages à évaluer

- Sur les 155 ouvrages routiers du canton (hors murs de soutènement), **125 sont exclus** à cause de leur localisation (présence en zone de dangers, forêt, de protection, etc.) ou à cause de leur typologie. Soit 30 objets analysés visuellement.
- 15 autres objets sont exclus sur analyse visuelle, l'analyse technico-économique se porte sur les **15 objets** restants.



Ouvrages évalués
Pont de Meudon
Passage supérieur du Quarre
Tranchée de Corcelles
Passage supérieur piéton Tranchée de Corcelles
Pont du Morguenet
Grand-Pont de Cornaux, sur voies CFF
Grand Pont, La Chaux-de-Fonds
Pont de Biaufond, La Chaux-de-Fonds/France
Passage supérieur route cantonale, Peseux
Tunnel de St.-Aubin
Pont de Bayerel, Engollon
Passage supérieur CFF de la Maigroge, St-Blaise
Viaduc sur la Sorge, Valangin
Passage supérieur RC Vaumarcus
Passage supérieur à piétons du Nid-du-Crô, Neuchâtel

Murs de soutènement à exclure

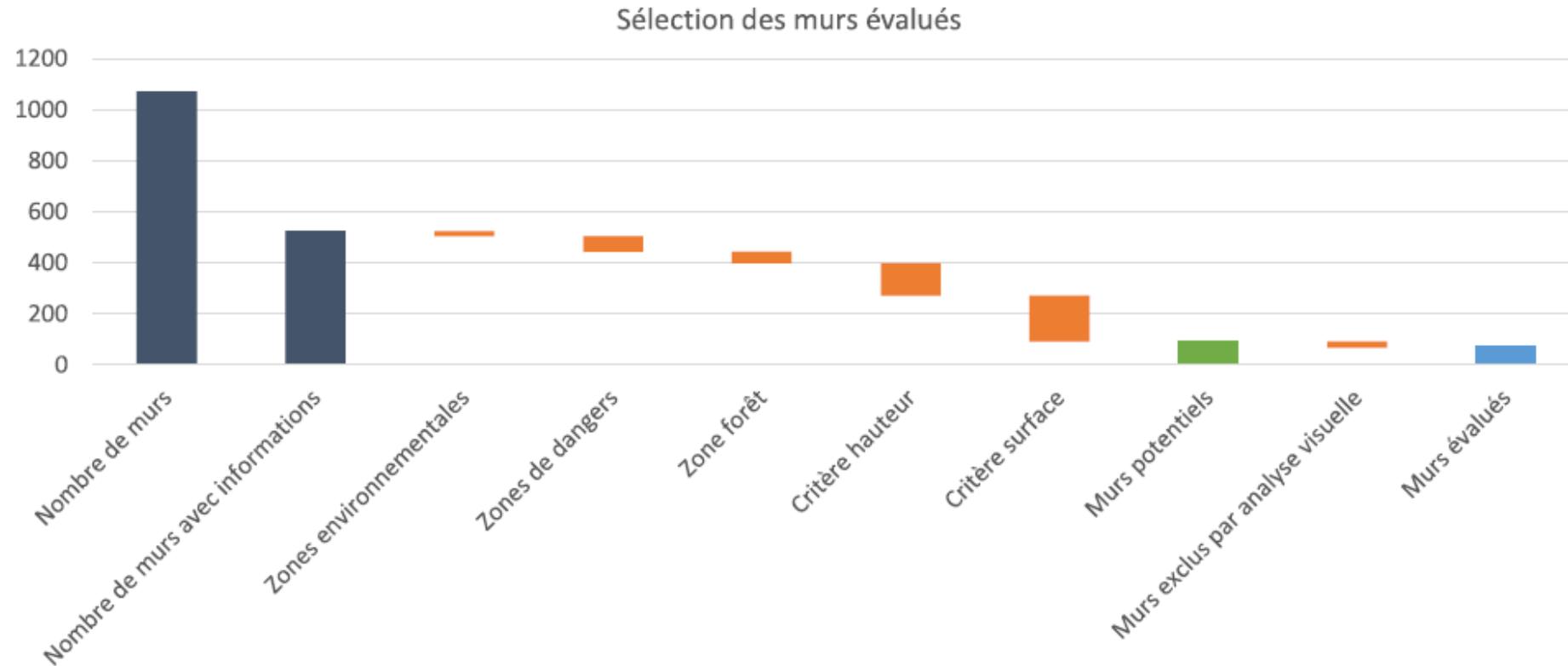
- Environ **la moitié des murs** n'ont ni coordonnées GPS, ni informations géométriques (longueur, hauteur, etc.). Ces murs sont exclus de l'analyse.
- Hypothèses d'exclusion supplémentaires :
 - Hauteur minimale de **1,5m**
 - Surface disponible de **100m²**



Localisation des murs de soutènement
(dont la localisation est disponible)

Murs de soutènement analysés

- Sur 1070 murs, environ **la moitié sont exclus** faute d'informations (coordonnées GPS, longueur, hauteur, etc.).
- 125 murs supplémentaires sont exclus à cause de leur localisation, et 308 à cause de leurs dimensions (hauteur ou surface), ce qui porte à 90 le nombre de murs analysés visuellement.
- 22 murs supplémentaires sont exclus après analyse visuelle (impossibilité évidente de mettre des panneaux solaires) : l'analyse technico-économique se porte sur les **68 murs restants évalués**.



Parkings à exclure

- Filtre sur les types de parkings selon le tableau ci-joint.
- Hypothèses d'exclusion supplémentaires :
 - Distance maximale de **150m** des routes cantonales
 - Surface disponible de **200m²** (en prenant en compte les ombrage)
 - Productible minimum de **950 kWh/kWc**
 - Le canton doit être propriétaire d'au **moins 50%** du parking

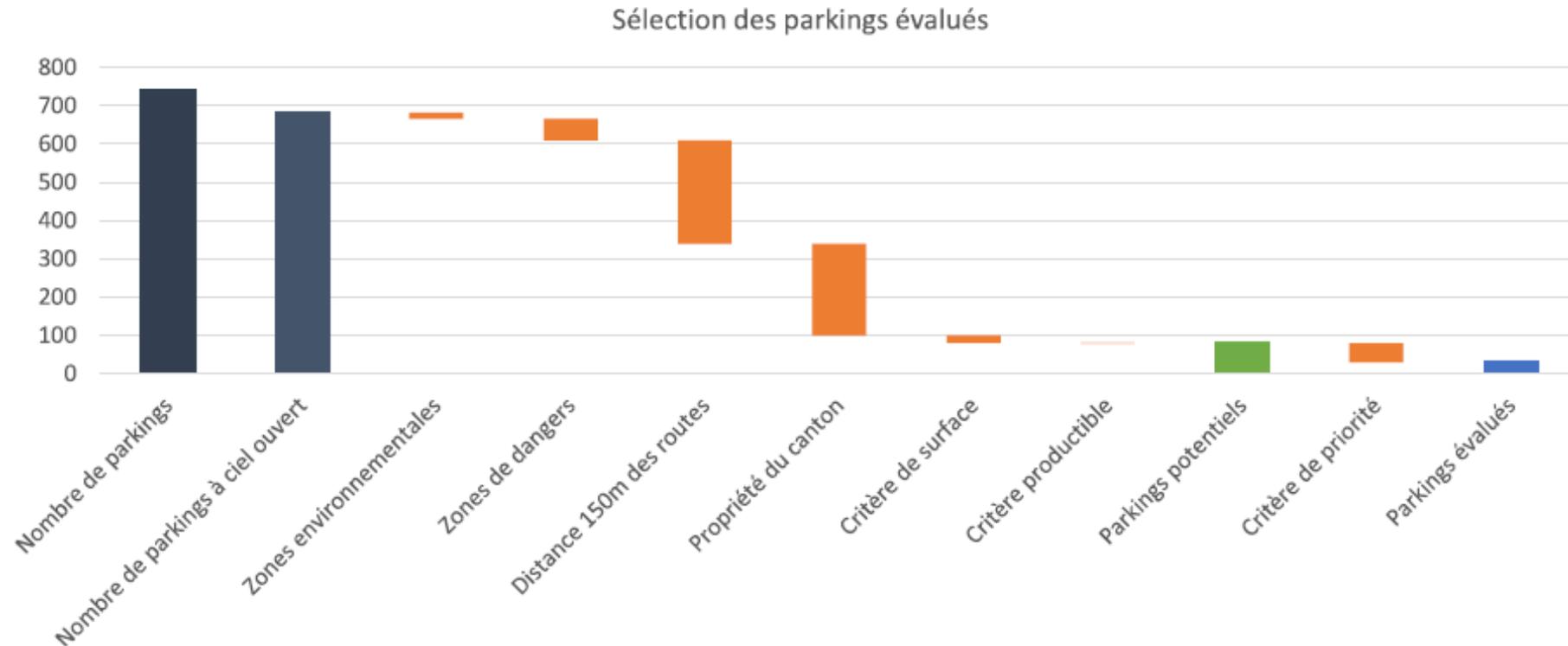
Type de parkings	Nombre	Exclusion
A ciel ouvert	680	
A plusieurs niveaux	30	Oui
Couvert	5	Oui
Souterrain	14	Oui
Autre	9	Oui



Données parkings

Parkings analysés

- Sur les **681 parkings à ciel ouvert** du canton, 72 sont exclus à cause de leur localisation, et 530 parkings supplémentaires sont exclus car ne respectant pas une contrainte spécifique (distance à la toute, propriété du canton, taille et productible solaire).
- Sur les **79 parkings potentiels** restants, les **30 plus grands sont évalués**.



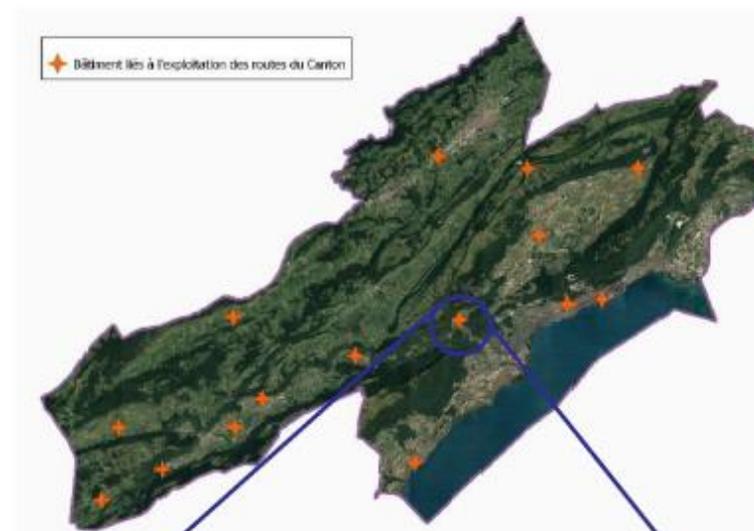
Bâtiments à exclure

- Au vu du nombre de bâtiments (20), l'ensemble des toitures et des façades sont analysés visuellement.
- Hypothèses d'exclusion supplémentaires :
 - Les toitures et façades avec un potentiel « bon » sont pris en compte pour l'évaluation de la surface et du potentiel PV (> 1000 kWh/m².an pour les toitures et > 800 kWh/m².an pour les façades)
 - Surface PV disponible de 100m²

Catégorie	Toitures	Façades
Faible	< 800 kWh / m ² .an	< 600 kWh / m ² .an
Moyen	> 800 et < 1000 kWh / m ² .an	> 600 et < 800 kWh / m ² .an
Bon	> 1000 et < 1200 kWh / m ² .an	> 800 et < 1000 kWh / m ² .an
Très bon	> 1200 et < 1400 kWh / m ² .an	> 1000 et < 1200 kWh / m ² .an
Excellent	> 1400 kWh / m ² .an	> 1200 kWh / m ² .an

Catégorie PV pour les toitures et façades

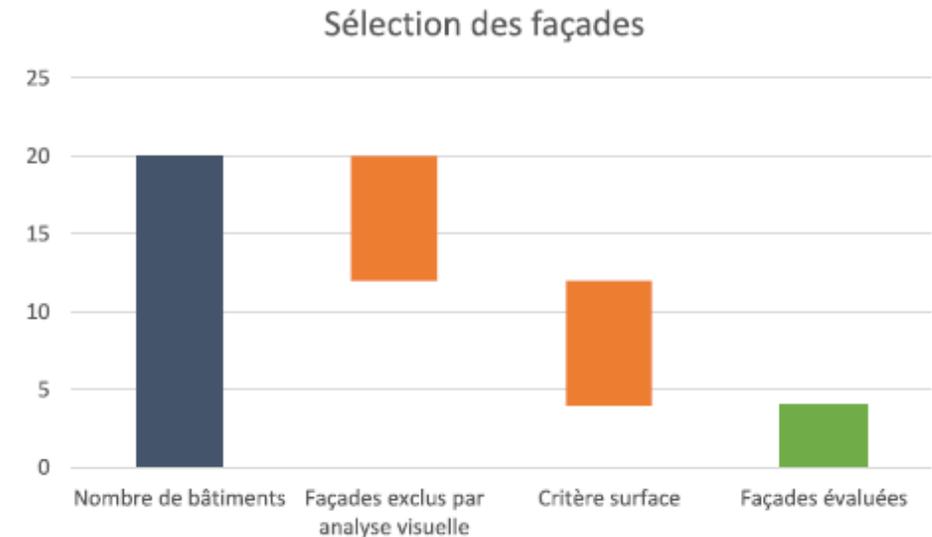
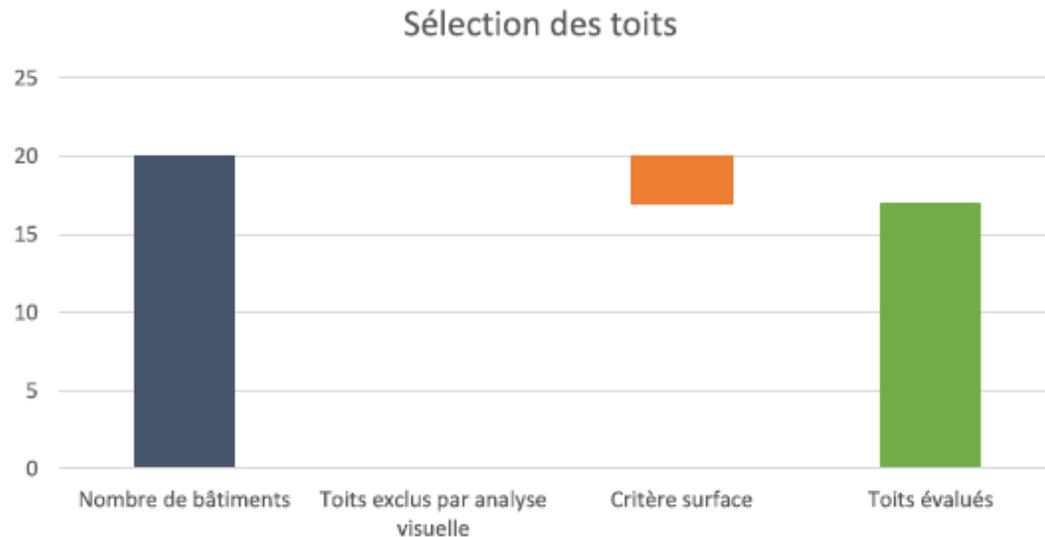
Localisation des bâtiments



Potentiel PV des bâtiments

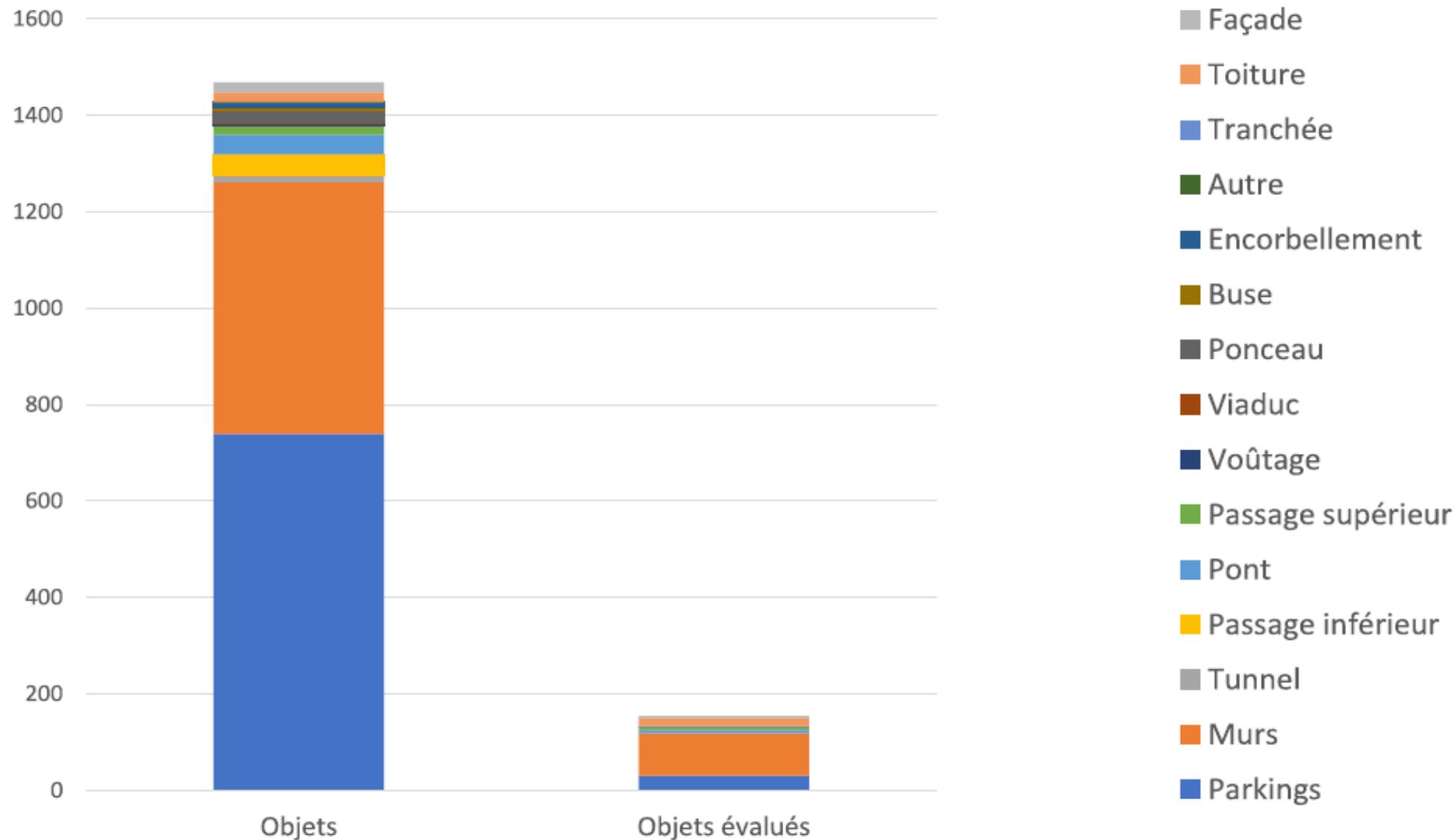
Bâtiments analysés

- Sur les 20 bâtiments dédiés à l'exploitation des routes cantonales, aucune toiture n'est exclue par l'analyse visuelle mais 8 façades le sont. 3 toits de bâtiments sont exclus à cause de la surface disponible, et 8 façades supplémentaires.
- Au total, **17 toits et 4 façades sont évalués.**



- NB: les toits et façades sont évalués séparément alors qu'en pratique un projet PV pourrait avoir lieu sur les deux objets. Cela s'explique par le fait qu'un projet PV façade est rarement rentable.

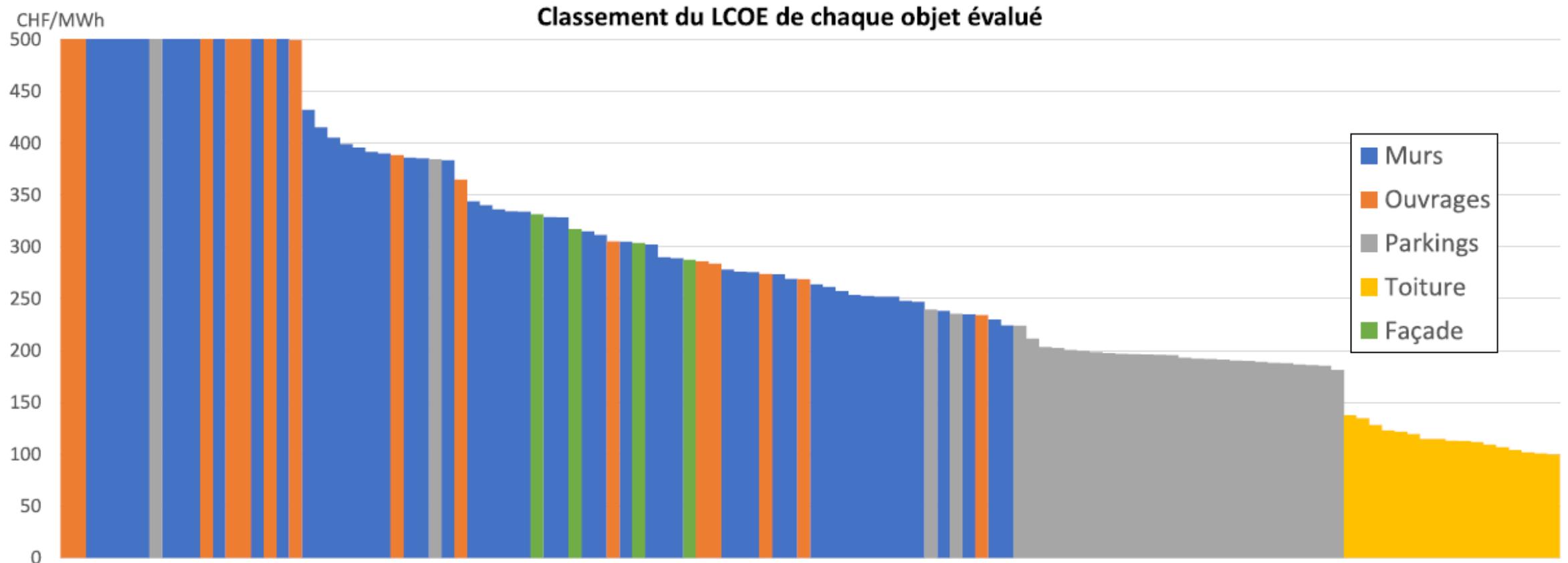
Résultat de la sélection des objets



Coût de production (CHF/MWh)

Les toitures sont les objets avec les coûts de production les plus faibles (<150 CHF/MWh), suivi des parkings (entre 180 et 220 CHF/MWh).

Les murs, ouvrages et façades ont des coûts de revient supérieurs à 250 CHF/MWh pour la grand majorité. Certains murs et ouvrages sont toutefois compétitifs par rapport a des parkings ou façades.

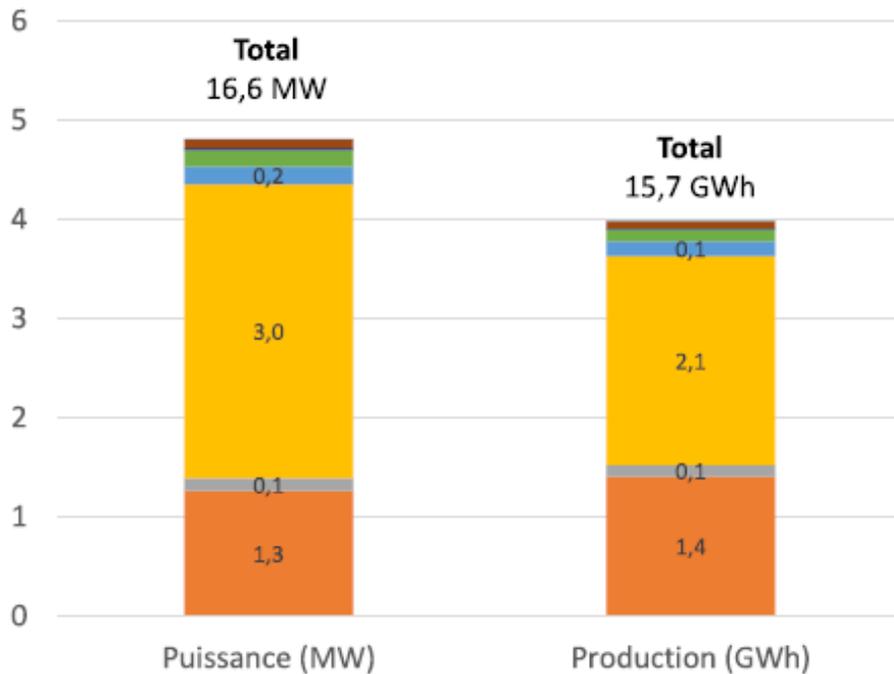


Potentiel photovoltaïque global

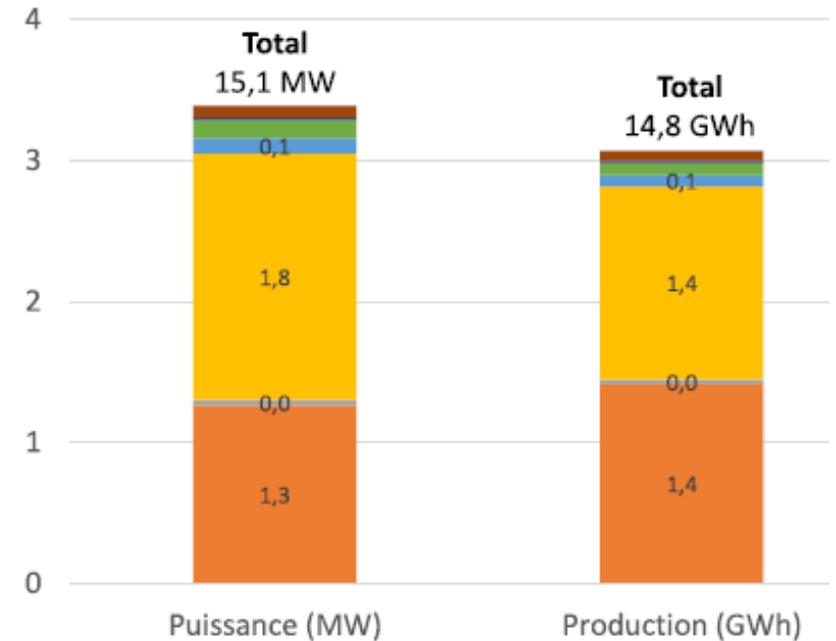
Le potentiel solaire *économique* est défini pour les objets permettant une installation de plus de 20 kWc, avec un LCOE de moins de 300 CHF/MWh soit 30 centimes/kWh :

- L'ensemble du potentiel des toitures et parkings est aussi pertinent économiquement. Pour les murs, 60% du potentiel technique est pertinent d'un point de vue économique.
- Un potentiel faible, mais existant, est disponible sur certains pont, viaduc, passage supérieur, voire même tunnel.

Potentiel technique (hors parkings)



Potentiel économique (hors parkings)



Parkings :

11,8 MW

11,7 GWh

11,8 MW

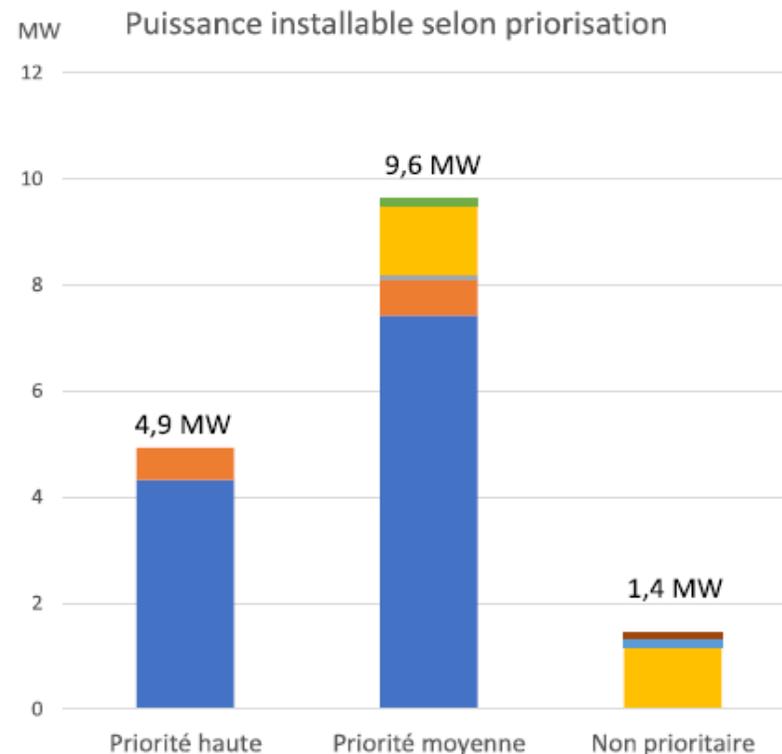
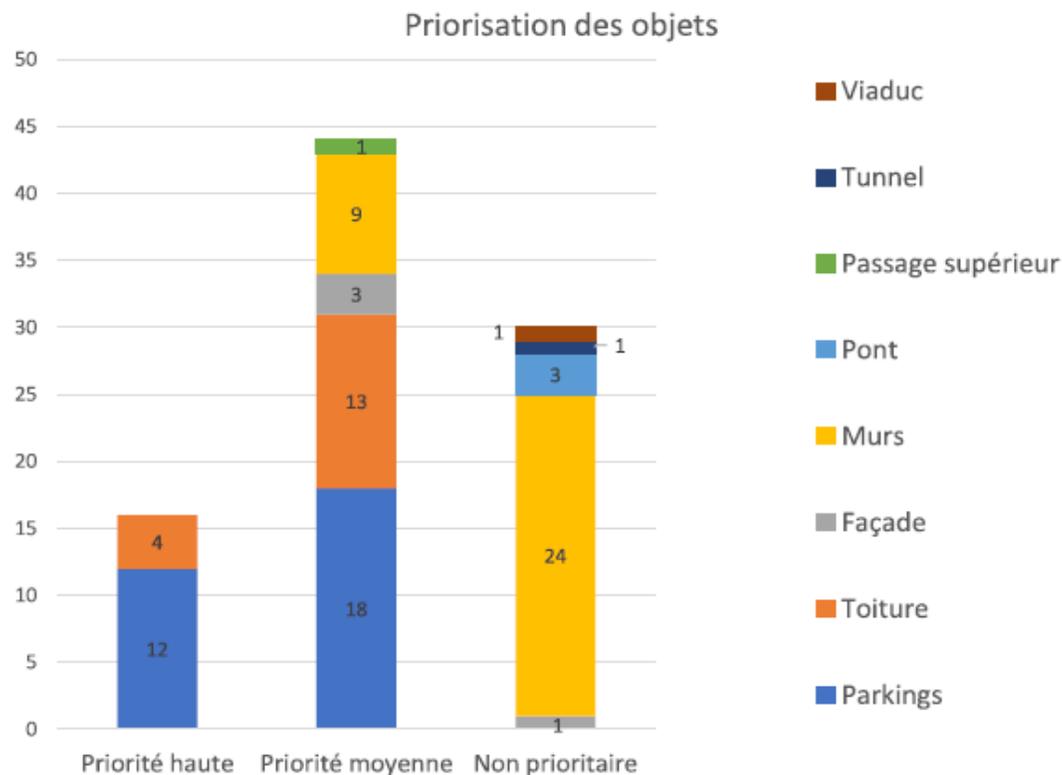
11,7 GWh

Priorisation d'installation

16 objets sont à prioriser en premier, dont 12 parkings et 4 toitures de bâtiments, avec un potentiel total de 5 MW.

Le reste des parkings et des toitures est à mobiliser en second, ainsi que 13 objets supplémentaires (9 murs, 3 façades et 1 passage supérieur).

La plupart des ouvrages et murs ne sont pas prioritaires par rapport aux toitures et parkings.



Objets en priorité haute

Objet	Priorisation	kW	Emplacement
Parkings-409	Priorité haute	861.1	Le Pâquier, La Balère
Parkings-715	Priorité haute	792.7	Fontaines, P Vue-des-Alpes
Parkings-726	Priorité haute	405.0	Fontaines, Pré Raguel sud
Parkings-265	Priorité haute	314.1	Neuchâtel, Port du Nid du Crô nord
Parkings-686	Priorité haute	312.9	Les Hauts-Geneveys, Les Gollières
Parkings-739	Priorité haute	287.3	Neuchâtel, P A-M. Piaget
Parkings-431	Priorité haute	260.9	Les Hauts-Geneveys, est de la RC1320
Toiture-6	Priorité haute	253.6	Centre entretien de Boudevilliers
Parkings-490	Priorité haute	241.9	Cernier, côté ouest du Landi
Parkings-443	Priorité haute	231.4	La Tourne
Parkings-735	Priorité haute	229.1	Cernier, P Landi
Parkings-202	Priorité haute	209.5	La Corbatière
Parkings-511	Priorité haute	181.0	Le Locle, Technicum
Toiture-0	Priorité haute	114.6	Centre d'entretien La Brévine

Objets en priorité moyenne (liste partielle)

Parkings-199	Priorité moyenne	619.7	Serrières, Ruau
Parkings-509	Priorité moyenne	473.8	Hauterive, port
Parkings-336	Priorité moyenne	449.8	Colombier, Brena
Parkings-391	Priorité moyenne	442.9	Noiraigue, Courtons
Parkings-286	Priorité moyenne	421.2	Fontaines, Aurore
Parkings-513	Priorité moyenne	415.2	Auvernier, Fontenettes (est)
Parkings-418	Priorité moyenne	380.1	Saint-Aubin-Sauges, Port
Parkings-87	Priorité moyenne	371.0	Neuchâtel, Port du Nid-du-Crô sud
Parkings-512	Priorité moyenne	360.8	Bugnenets nord
Parkings-558	Priorité moyenne	353.3	Auvernier, Graviers (ouest)
Parkings-152	Priorité moyenne	283.2	La Chaux-de-Fonds, Place du Marché
Parkings-110	Priorité moyenne	250.4	Couvet, Hôpital
Parkings-377	Priorité moyenne	248.6	Fontaines, Pré Raguel nord
Murs-14	Priorité moyenne	231.8	M RC5 02+0594 St-Aubin
Murs-750	Priorité moyenne	229.3	M RC1320 20+0937 Les Hauts-Geneveys
Parkings-495	Priorité moyenne	221.0	Bugnenets sud-est
Parkings-129	Priorité moyenne	216.6	Fleurier, P Grand'Rue - Rue de l'Hôpital
Murs-108	Priorité moyenne	210.5	M RC5 24+0348 Rouges-Terres
Murs-93	Priorité moyenne	171.3	M RC5 16+0594 Auvernier est
Murs-2	Priorité moyenne	147.1	M RC5 01+0344 Sauges sud
Parkings-198	Priorité moyenne	144.9	La Chaux de Fonds, Place de la Gare

Limites de l'exercice

- Le canton n'étant pas un producteur ni un fournisseur d'énergie, il n'est pas dans ses attributions d'équiper lui-même les sites identifiés, sauf si des installations routières cantonales devaient nécessiter une alimentation électrique.
- Le «promoteur» d'une installation doit s'assurer de sa rentabilité et de sa pérennité, au moins sur sa durée d'amortissement.
- Les parkings représentent le plus gros potentiel d'équipement, mais les contraintes liées à l'utilisation d'un site (manifestations publiques, carrousels, hivernage de bateaux, ...) rendent souvent impossible son équipement en PV.
- La pose d'installations PV sur un bâtiment d'exploitation lié aux routes se fait lors de son assainissement global (aussi thermique).

Le photovoltaïque dans les projets routiers

Le domaine des routes peut être divisé en 2 catégories bien distinctes :

- Les routes «nues», tracés non-couverts situés au niveau du terrain
- Les routes équipées, tracés en/sur ouvrage, ou bordés de murs, généralement pas au niveau du terrain naturel

L'exploitation des routes nues ne nécessite pas d'énergie, alors que celle des routes équipées utilise de l'électricité dès qu'il y a des installations de sécurité ou de surveillance à alimenter (éclairage, vidéo, capteurs et détecteurs, ...)

→ il est opportun de réfléchir à la possibilité de prévoir du PV dans le cadre des projets concernant des routes équipées

Le photovoltaïque dans les projets routiers

Cette analyse a été faite dans le cadre de deux projets récents :

- L'assainissement du tunnel de La Clusette
- La réalisation du contournement Est de La Chaux-de-Fonds par la H18

Le premier projet se situe hors localité, dans une zone passablement boisée, alors que le second se trouve à proximité immédiate de zones construites, sur un terrain assez dégagé.

Dans les deux cas, s'agissant de tunnels, la consommation d'électricité est importante, notamment pour l'éclairage. Il y a donc un intérêt évident à intégrer du PV dans le projet pour couvrir tout ou partie de la consommation.

Le tunnel de La Clusette

Longueur du tunnel = 1001 m

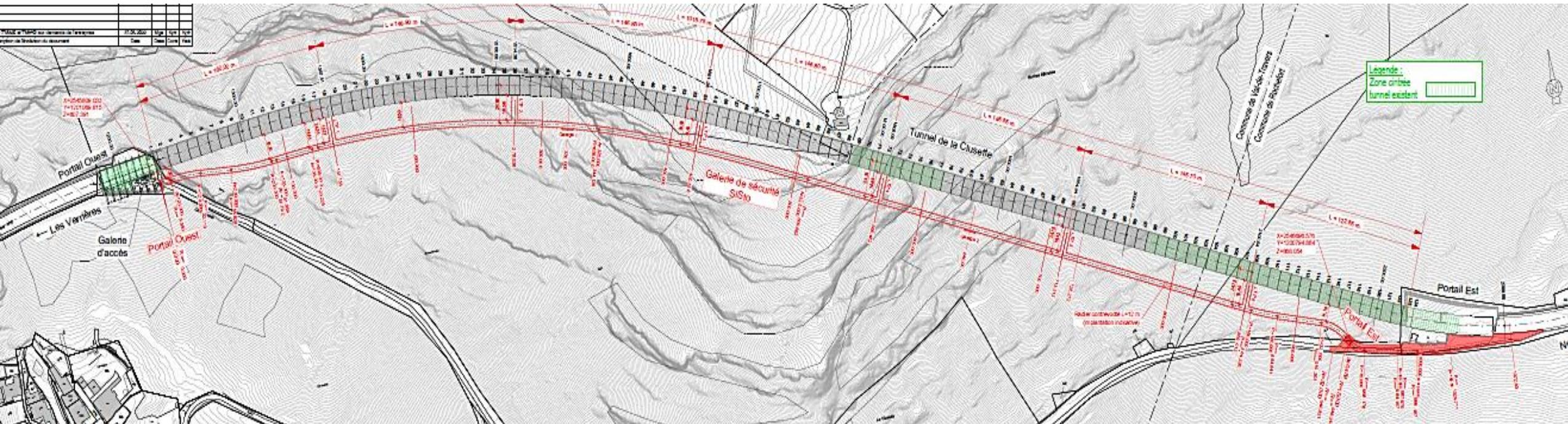


Le tunnel de La Clusette



Le tunnel de La Clusette

Pas seulement 1, mais 2 tunnels !



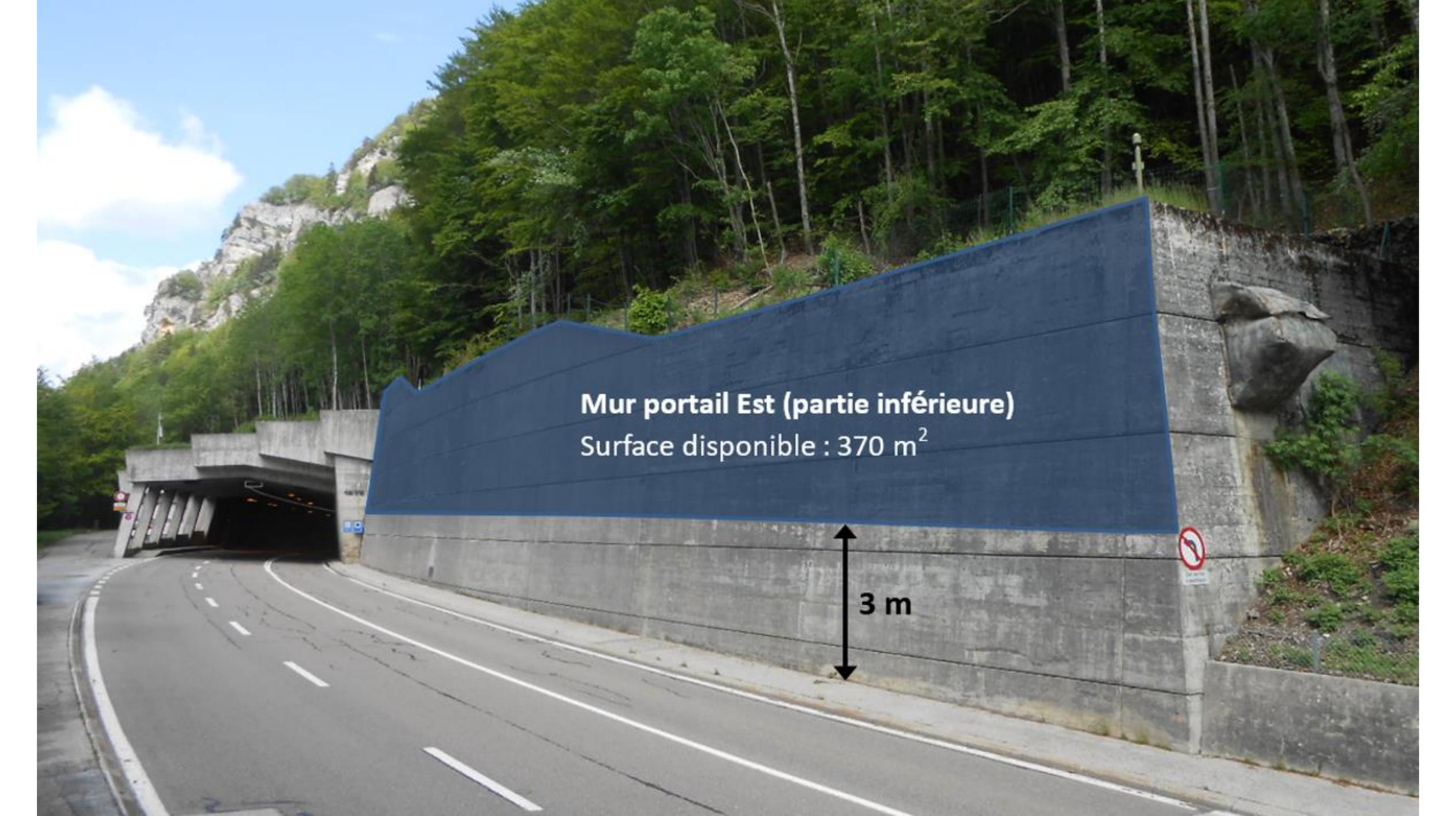


Mur portail Est (partie supérieure)

Surface disponible : 290 m²

(abattage nécessaire pour garantir l'ensoleillement)

↑↓ 1 m



Mur portail Est (partie inférieure)
Surface disponible : 370 m²

3 m



Toiture portail Est

Surface disponible hors chutes de pierre : 570 m²



Mur 62/63

Surface disponible : 420 m²

3 m



Mur 64

Surface disponible : 570 m²

3 m

Installation optimisée

Des 1'930 m² de panneaux initialement prévus d'être posés, le concept a été affiné, ce qui réduit la surface équipée à environ 1'300 m² (abandon de la partie supérieure du mur au portail Est) permettant néanmoins de couvrir plus de **70 %** de la consommation électrique totale de l'ouvrage.

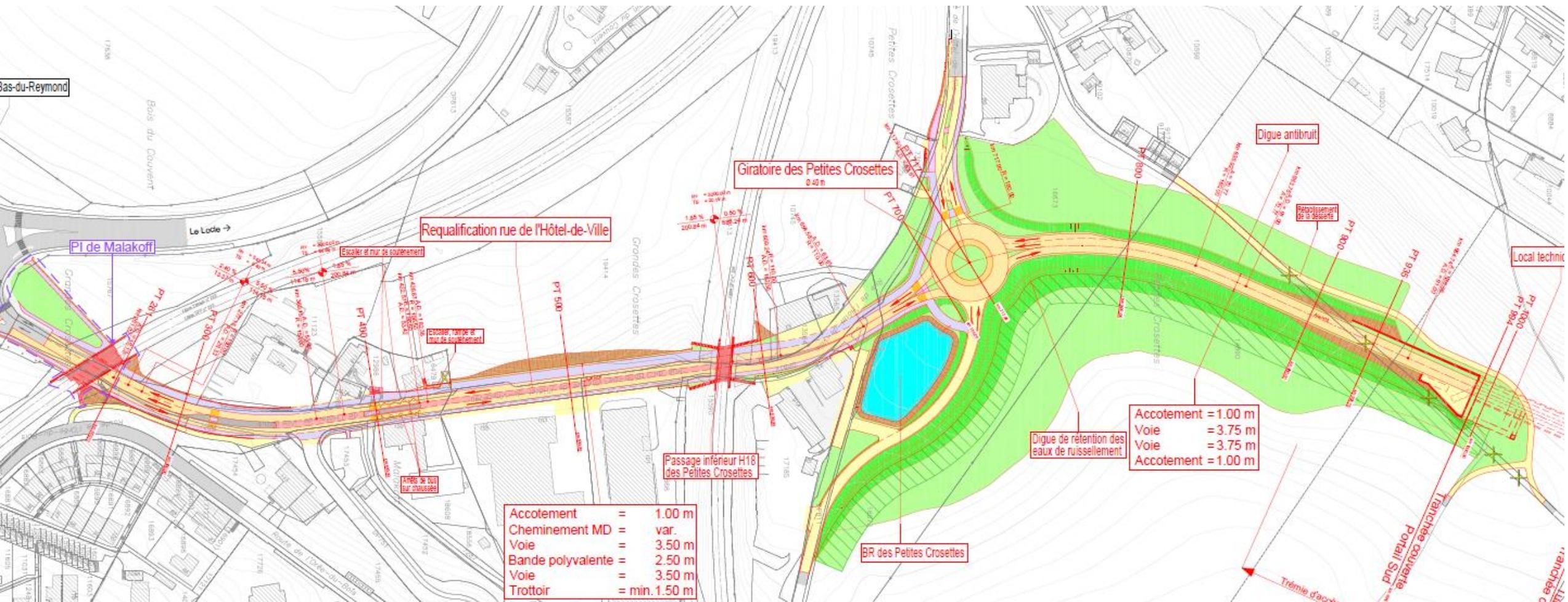
Portail	Zone	Surface disponible [m ²]	Nbre PV	Surface PV [m ²]	Prod PV TOT [kWc]	Prod. AC [kWh]	Taux Prod. TOT [%]
Est	Mur inférieur	370	150	281	69	45 129	29
	Sous-total Est	370	150	281	69	45 129	29
Ouest	Murs 62/63	465	185	346	86	38 786	25
	Mur 64	680	290	542	134	50 848	32
	Casquettes	-	48	90	22	18 697	12
	Toiture CTCO	-	20	37	9	3 301	2
	Sous-total Ouest	1 145	543	1 015	252	111 632	71
Tous	Toutes	1 885	693	1 296	322	156 761	100

Contournement Est de La Chaux-de-Fonds

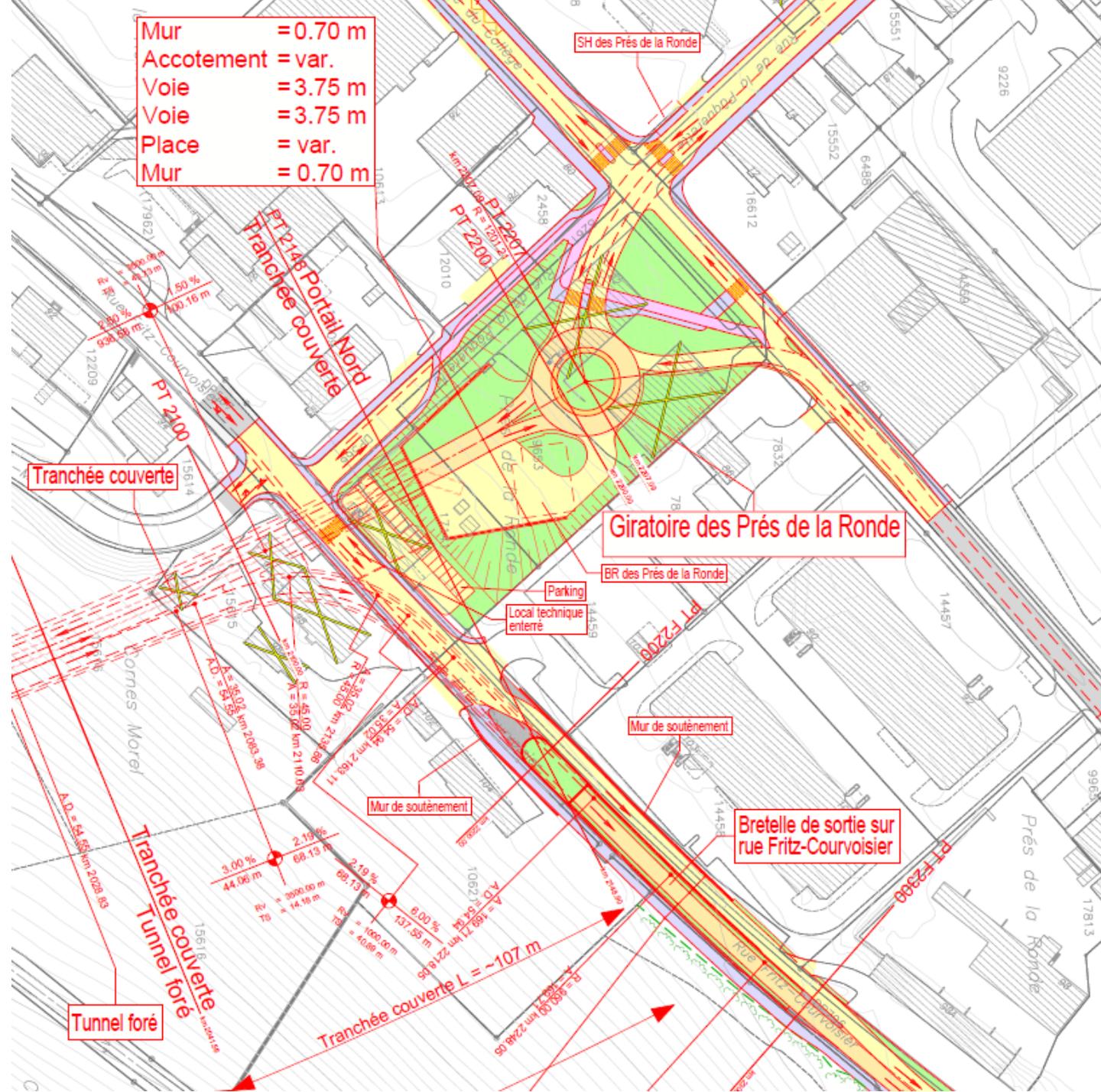


Contournement Est de La Chaux-de-Fonds

Plan de situation côté sud

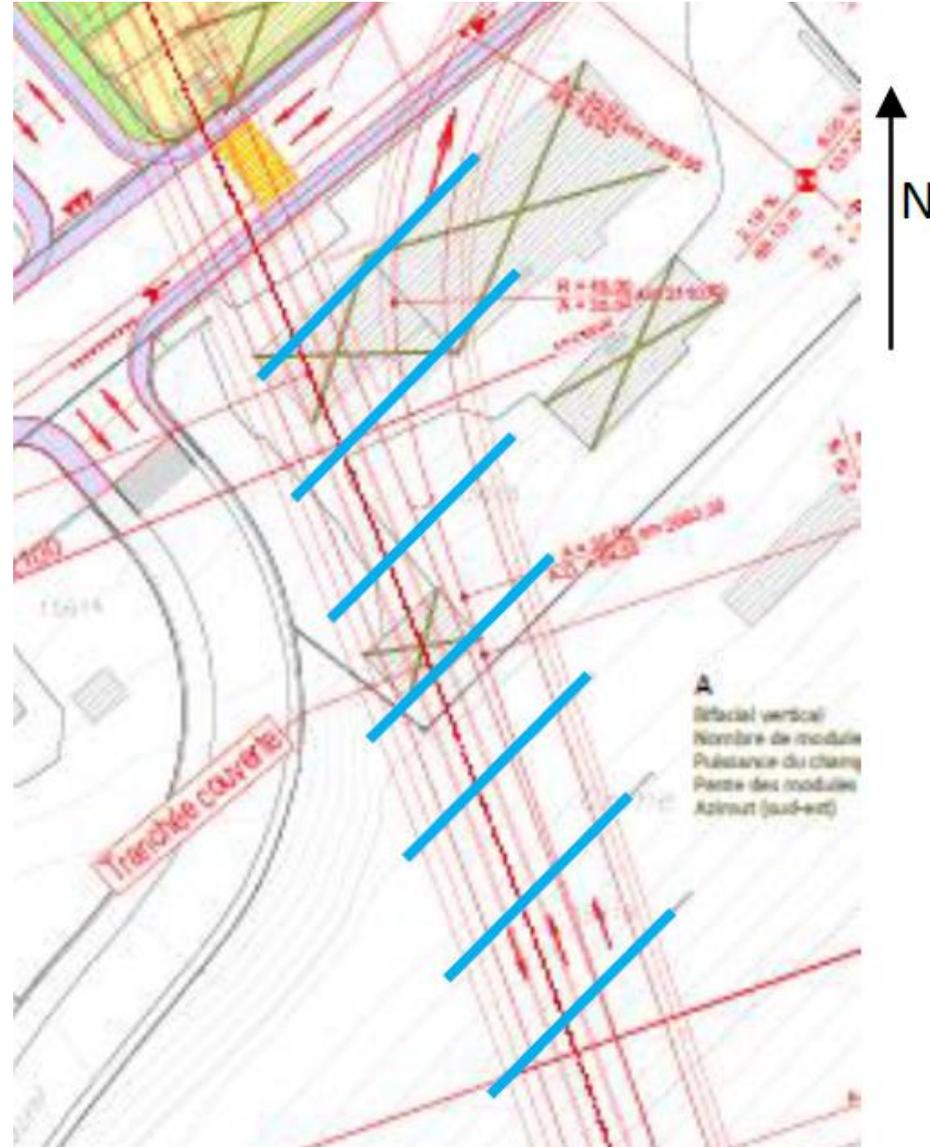


Plan de situation côté nord



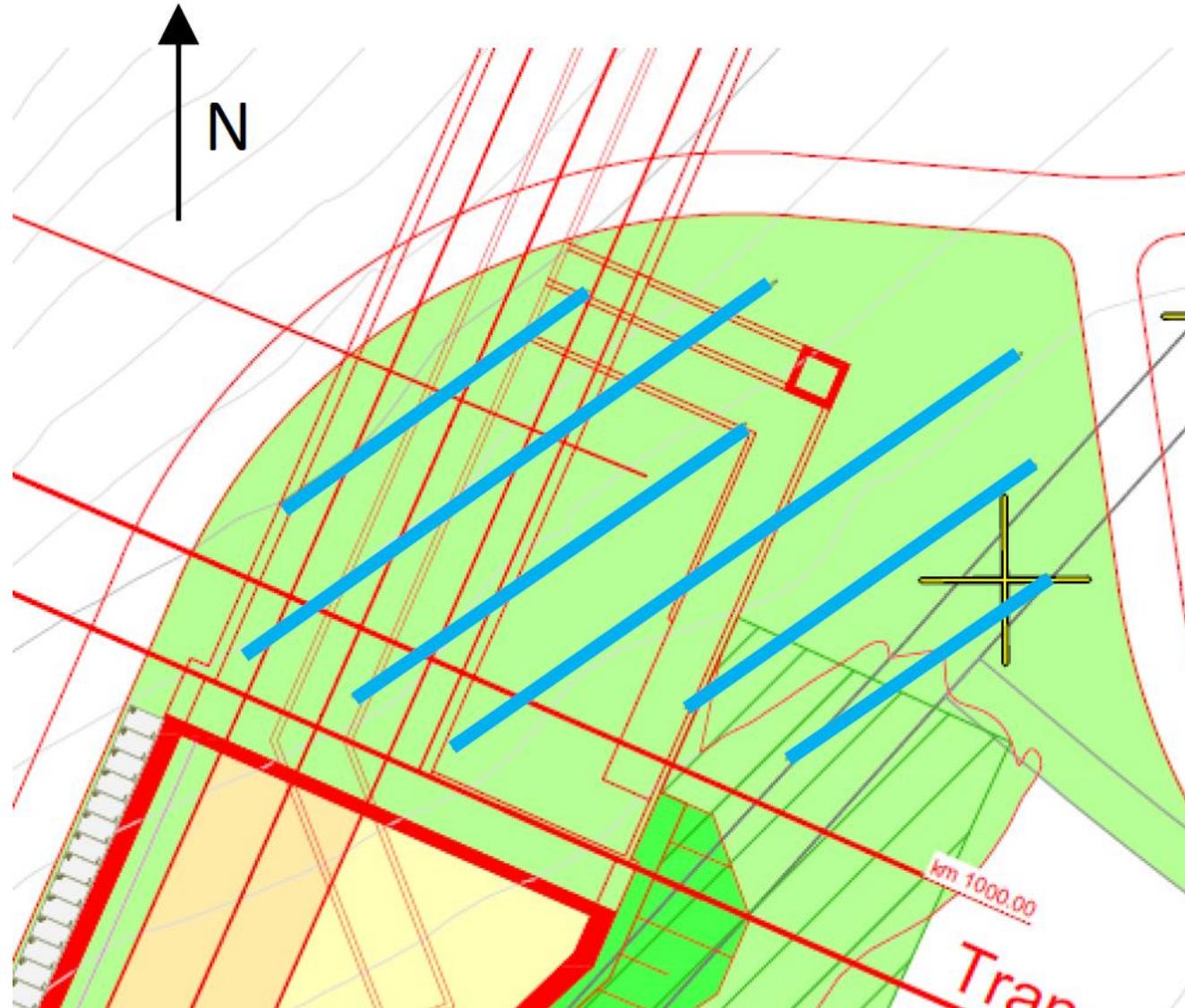
Contournement Est de La Chaux-de-Fonds

Installation de panneaux autoportants au portail nord



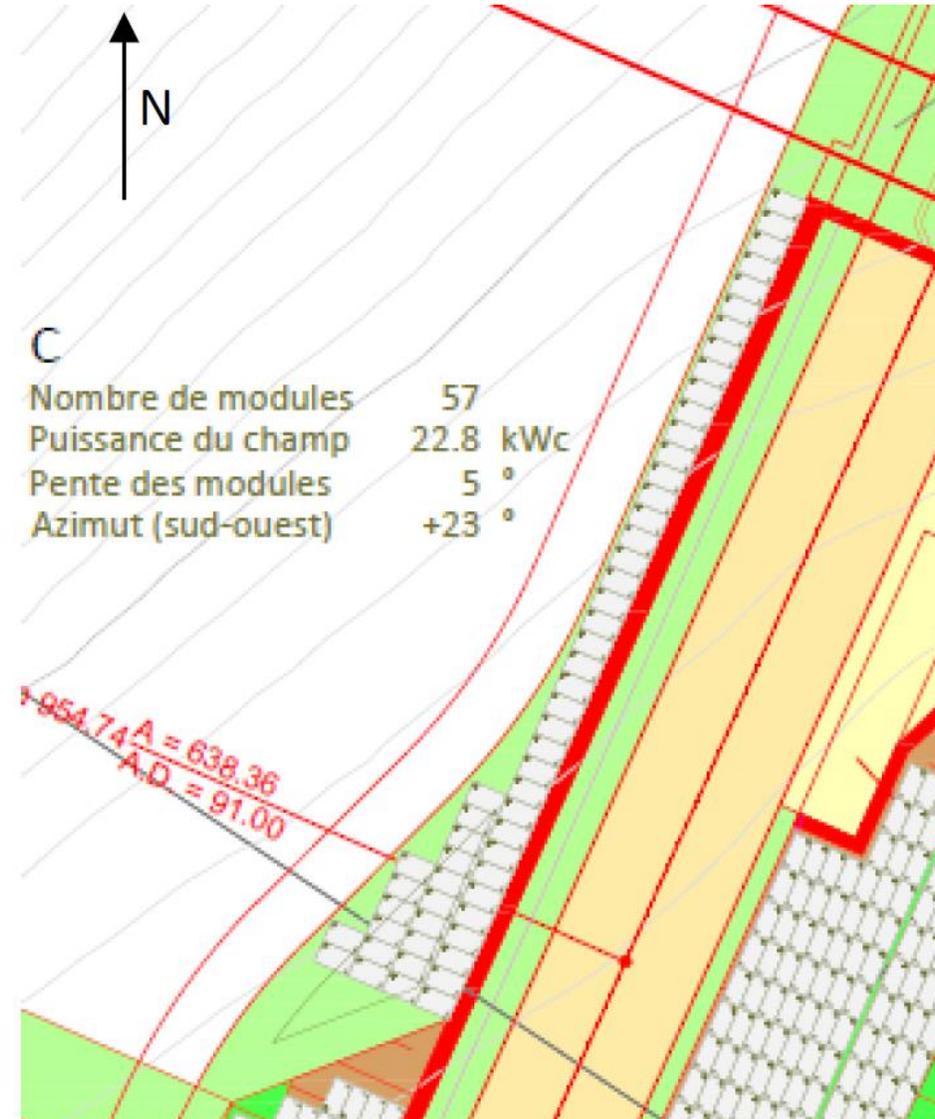
Contournement Est de La Chaux-de-Fonds

Installation de panneaux autoportants au portail sud



Contournement Est de La Chaux-de-Fonds

Montage sur les murs entourant le portail sud



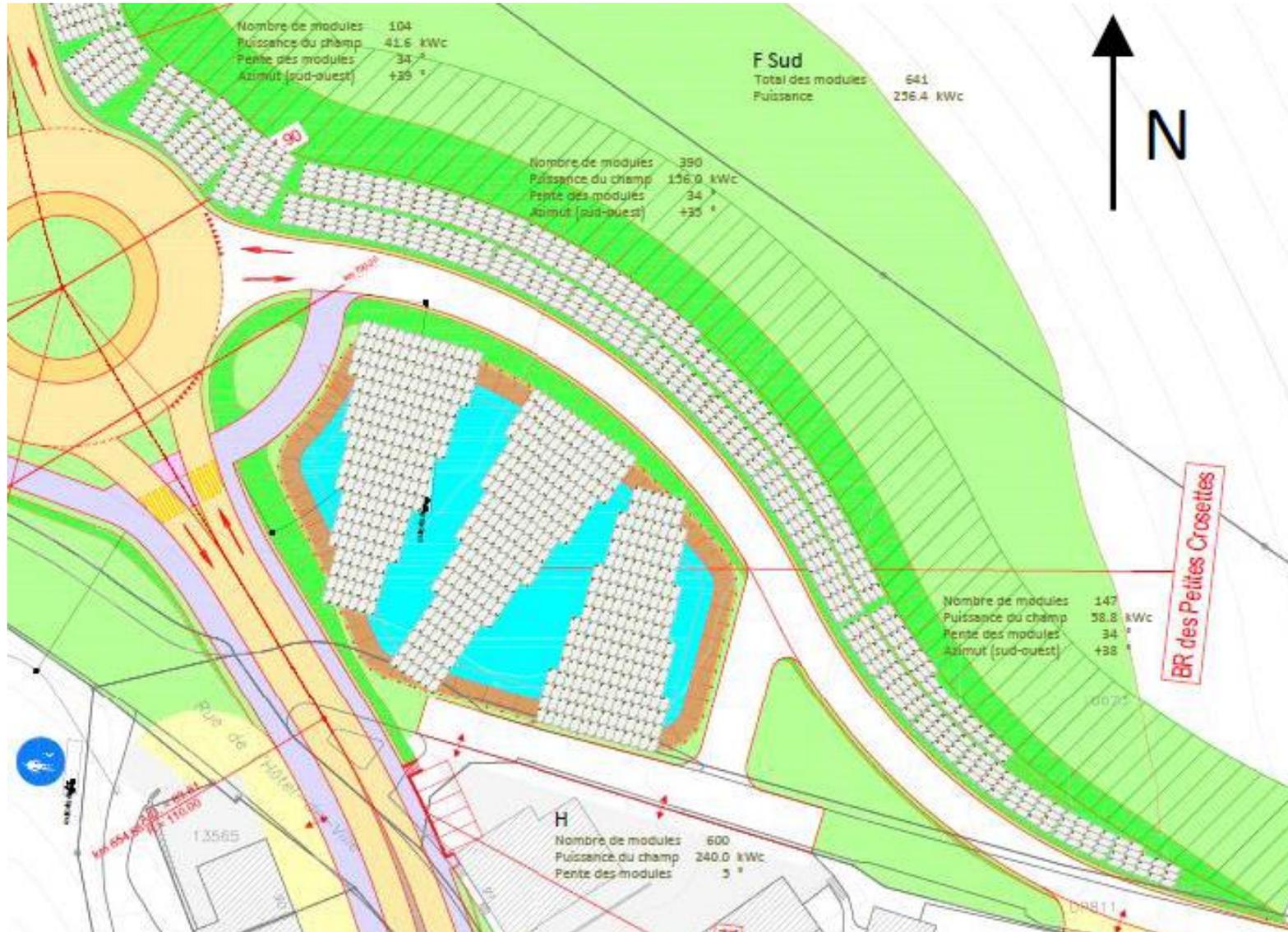
Contournement Est de La Chaux-de-Fonds

Couverture des talus ouest et est au portail sud



Contournement Est de La Chaux-de-Fonds

Couverture du talus sud-est et du bassin de rétention au portail sud



Contournement Est de La Chaux-de-Fonds

Production au portail nord

Puissance de l'installation PV :	64.0	kWp	Amortissement en 10,5 ans
Consommation totale annuelle	467 580	kWh	
Consommation avril - sept.	228 303	kWh	
Consommation oct. - mars	239 277	kWh	
Production totale annuelle	59 877	kWh	
Ratio Production / Consommation	12.8	%	
Consommation propre annuelle	59 849	kWh	
Taux de Consommation propre	99.95	%	

Production au portail sud, avec bassin de rétention et murs

Puissance de l'installation PV :	840.2	kWp	Amortissement en 13,4 ans
Consommation totale annuelle	467 580	kWh	
Consommation avril - sept.	228 303	kWh	
Consommation oct. - mars	239 277	kWh	
Production totale annuelle	902 610	kWh	
Ratio Production / Consommation	193.0	%	
Consommation propre annuelle	207 627	kWh	
Taux de Consommation propre	23.0	%	

Contournement Est de La Chaux-de-Fonds

Production limitée au portail sud, sans bassin de rétention ni murs

Puissance de l'installation PV :	400.0	kWp	Amortissement en 9,9 ans
Consommation totale annuelle	467 580	kWh	
Consommation avril - sept.	228 303	kWh	
Consommation oct. - mars	239 277	kWh	
Production totale annuelle	456 413	kWh	
Ratio Production / Consommation	97.6	%	
Consommation propre annuelle	186 707	kWh	
Taux de Consommation propre	40.9	%	
Taux d'auto-provisionnement	39.9	%	

Du côté sud, avec la variante limitée, la production annuelle totale se monte déjà à plus de 505'000 kWh et permet de couvrir **108 %** de la consommation totale de l'ouvrage.

Merci de votre attention !

