



Documentation «Modèle de géodonnées»
Solaire: aptitude des toitures (toitsolaire.ch)
Solaire: potentiel des façades (facade-au-soleil.ch)



Modèle de géodonnées

Version: 1.5
Date: 2023-01-31



Date: 31.1.2023

Lieu: Berne

Mandant: Office fédéral de l'énergie OFEN, 3003 Berne

Mandataire:

Coopérative Meteotest, Fabrikstrasse 14, 3012 Berne

Auteurs:

Daniel Klauser (Meteotest), Thomas Schlegel (Meteotest), Martin Hertach (OFEN), Nico Rohrbach (OFEN)

Groupe d'accompagnement: Martin Hertach (OFEN), Dominique Kröpfli (OFEN), Reto Stöckli (MétéoSuisse), Patrick Aeby (swisstopo)

Responsable à l'OFEN: Martin Hertach (service Géoinformation)

Numéro de contrat et de projet OFEN: SI/300186-01

Le contenu et les conclusions du présent rapport n'engagent que leurs auteurs.

Office fédéral de l'énergie OFEN

Pulverstrasse 13, CH-3063 Ittigen; adresse postale: CH-3003 Berne

Tél. +41 58 462 56 11 · Fax +41 58 463 25 00 · contact@bfe.admin.ch · www.bfe.admin.ch

Version	Date	Auteur	Statut
1	22.04.2015	Daniel Klauser / Thomas Schlegel	1 ^{re} ébauche
1.1	04.06.2015	Daniel Klauser / Thomas Schlegel	Remaniement après feed-back OFEN
1.2	21.09.2015	Daniel Klauser	Complément type d'objet, taux de couverture solaire, degrés-jours de chauffage et température mensuelle moyenne. Adaptations au niveau du type de données.
1.3	08.02.2016	Daniel Klauser	Changement de nom de «cadastre solaire suisse» en «toitsolaire.ch» et adaptations au niveau des noms d'attributs des façades.
1.4	27.05.2016	Daniel Klauser	Projet de rapport OFEN, ajout de la cardinalité et des liens dans les tableaux.
1.4 rév	29.9.2022	Martin Hertach	Mise à jour de la description des bases de données et des modifications de la méthodologie (efficacité du module).
1.5	31.1.2023	Nico Rohrbach	Ajout des rendements électriques par mois ainsi que pour le semestre d'été et le semestre d'hiver.



Table des matières

1	Introduction	5
1.1	Thème et objectif.....	5
1.2	Bases de données	5
1.2.1	Géométries des bâtiments.....	7
1.2.2	Données relatives aux bâtiments et aux logements	7
1.2.3	Analyse de l'ombrage	7
1.2.4	Données climatiques	8
1.2.5	Efficacité du module.....	8
2	Modèle de données.....	9
2.1	Catalogue d'objets toitures	10
2.2	Catalogue d'objets façades.....	18
3	Principes généraux.....	19
3.1	Système de coordonnées	19
3.2	Format des données	19
3.3	Règles de topologie	20

Tableaux

Tableau 1a:	Vue d'ensemble des bases de données utilisées pour le calcul des données du toit solaire avant 2022	5
Tableau 1a:	Vue d'ensemble des bases de données utilisées pour les mises à jour des données de Toit solaire à partir de 2022	5
Tableau 2:	Vue d'ensemble des classes d'objets et des tableaux	9
Tableau 3:	Modèle de données SOLKAT_CH_DACH sous forme de tableau	10
Tableau 4:	Modèle de données SOLKAT_CH_DACH_MONAT sous forme de tableau ...	13
Tableau 5:	Domaine SB_OBJEKTART	15
Tableau 6:	Domaine EIGNUNG_DACH	16
Tableau 7:	Domaine MONAT	17
Tableau 8:	Domaine EIGNUNG_FASS.....	18
Tableau 9:	Système de référence (spécification ESRI)	19
Tableau 10:	Résolution et tolérance	19
Tableau 11:	Règles de topologie	20

1 Introduction

1.1 Thème et objectif

La Stratégie énergétique 2050 prévoit d'encourager le recours aux énergies indigènes et renouvelables. L'énergie solaire joue un rôle clé dans ce contexte. Appelée à être un instrument d'encouragement, l'application toitsolaire.ch est un cadastre solaire qui sera élaboré pour toute la Suisse.

L'application contient des données relatives au potentiel des toitures et des façades en termes d'énergie solaire. Le présent document décrit le modèle de données pour toitsolaire.ch.

1.2 Bases de données

Les tableaux suivants présentent une vue d'ensemble des bases de données utilisées.

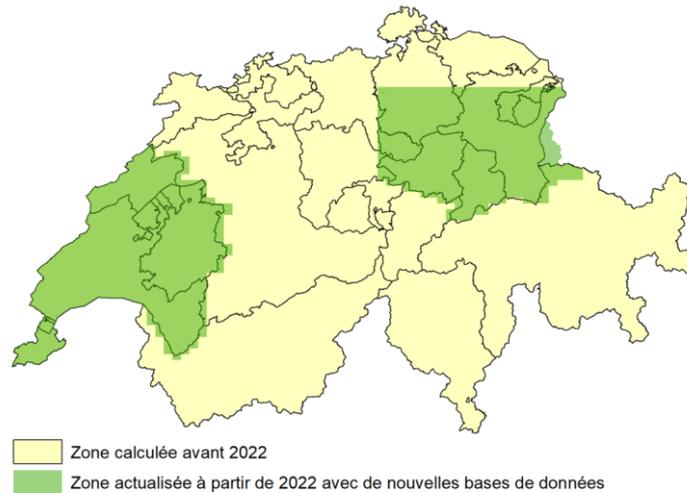
Tableau 1a: Vue d'ensemble des bases de données utilisées pour le calcul des données de Toit solaire **avant 2022**

Jeu de données	Source	État	Utilisation
swissBUILDINGS ^{3D} 2.0	swisstopo	Mis à jour en permanence	Géométries
Registre fédéral des bâtiments et des logements (RegBL)	Office fédéral de la statistique	1.3.2015	Besoin en chaleur
swissALTI ^{3D}	swisstopo	1.1.2015	Ombrage
Modèle numérique de surface (MNS)	swisstopo	1.1.2015	Ombrage
SRTM	United States Geological Survey	Version 2.1 (2009)	Ombrage
Données climatiques	MétéoSuisse	1.3.2015 (années 2004 à 2014)	Rayonnement et température

Tableau 1b: Vue d'ensemble des bases de données utilisées pour les mises à jour des données de Toit solaire **à partir de 2022**

Jeu de données	Source	État	Utilisation
swissBUILDINGS ^{3D} 2.0	swisstopo	Mis à jour en permanence	Géométries
Registre fédéral des bâtiments et des logements (RegBL)	Office fédéral de la statistique	2020 et plus récent	Besoin en chaleur
swissALTI ^{3D}	swisstopo	1.1.2015	Ombrage
Modèle numérique de surface (MNS)	swisstopo	2020 et plus récent	Ombrage
SRTM	United States Geological Survey	Version 2.1 (2009)	Ombrage
Données climatiques	MétéoSuisse	25.9.2021 (années 2011 à 2020)	Rayonnement et température

La carte suivante montre quelle zone a déjà été calculée en s'appuyant sur les nouvelles bases de données. Avec la mise à jour annuelle de toitsolaire.ch, le calcul fondé sur les nouvelles bases de données sera effectué pour de nouvelles régions de Suisse, lesquelles apparaîtront alors en vert sur la carte ci-dessous.



1.2.1 Géométries des bâtiments

swissBUILDINGS^{3D} 2.0 de swisstopo constitue la principale base de données. Il s'agit d'un jeu de données vectorielles qui représente les bâtiments modélisés en 3D avec les formes des toits et des avant-toits. Pour toitsolaire.ch, la géométrie 3D des toitures et des façades de swissBUILDINGS^{3D} 2.0 est réduite à deux dimensions pour être représentée sous forme de polygones (toitures) et de polygones (façades) ordinaires.

La configuration des toitures ainsi produite et les façades obtenues sont utilisées comme des jeux de données séparées.

1.2.2 Données relatives aux bâtiments et aux logements

Les données provenant du Registre fédéral des bâtiments et des logements (RegBL) sont utilisées pour estimer le besoin d'un bâtiment en chauffage et en eau chaude. Elles concernent l'année et la période de construction, la catégorie de bâtiment et la surface d'habitation.

1.2.3 Analyse de l'ombrage

swissALTI^{3D} et le modèle numérique de surface (MNS) sont utilisés pour l'analyse de l'ombrage. swissALTI^{3D} est un modèle altimétrique numérique qui décrit la surface de toute la Suisse sans végétation ni constructions. Il est mis à jour selon un cycle de six ans. MNS reproduit la forme de la surface terrestre en intégrant tous les éléments permanents et visibles du paysage, tels que le terrain, la végétation, les forêts, les bâtiments et autres ouvrages d'art. Il est disponible pour les territoires de la Suisse jusqu'à une altitude d'environ 2000 mètres.

Le modèle altimétrique SRTM est utilisé pour les territoires situés en dehors de la Suisse. Les données de SRTM sont des données de télédétection de la surface terrestre qui ont été enregistrées depuis l'espace en février 2000 dans le cadre de la Shuttle Radar Topography Mission (STS-99).



Pour l'analyse de l'ombrage, on utilise un modèle de surface combiné, généré à partir des jeux de données mentionnés, en différentes résolutions. La hiérarchie appliquée est la suivante: swissBUILDINGS^{3D} 2.0 → MNS → swissALTI^{3D} → SRTM.

1.2.4 Données climatiques

La base de données est fournie par MétéoSuisse et comprend des données satellites relatives au rayonnement global et des données relatives aux températures mesurées aux stations au sol.

1.2.5 Efficacité du module

L'hypothèse relative à l'efficacité du module a également été modifiée dans le cadre de l'actualisation des bases de données, passant de 17% à 20%. Les attributs STROMERTRAG, STROMERTRAG_SOMMERHALBJAHR, STROMERTRAG_WINTERHALBJAHR et STROMERTRAG_MONAT ont été recalculés sur la base de la nouvelle efficacité pour l'ensemble de la Suisse.

Modèle de données

Il existe une classe d'objets (feature class) et un tableau des valeurs mensuelles séparés pour les toitures et les façades.

Tableau 2: Vue d'ensemble des classes d'objets et des tableaux

Nom	Type	Contenu
SOLKAT_CH_DACH	Feature Class	Objets polygones toitures
SOLKAT_CH_DACH_MONAT	Table	Valeurs / paramètres mensuels toitures
SOLKAT_CH_FASS	Feature Class	Objets polygones façades
SOLKAT_CH_FASS_MONAT	Table	Valeurs / paramètres mensuels façades

La classe d'objets SOLKAT_CH_DACH et le tableau correspondant qui indique les valeurs mensuelles SOLKAT_CH_DACH_MONAT sont appariés sous DF_UID. Pour chaque surface de toit, il existe 12 entrées dans le tableau indiquant les valeurs mensuelles.

SOLKAT_CH_DACH	1:12	SOLKAT_CH_DACH_MONAT
...		...
DF_UID		DF_UID
...		...

La classe d'objets SOLKAT_CH_FASS et le tableau correspondant qui indique les valeurs mensuelles SOLKAT_CH_FASS_MONAT sont appariés sous FF_UID. Pour chaque surface de façade, il existe 12 entrées dans le tableau indiquant les valeurs mensuelles.

SOLKAT_CH_FASS	1:12	SOLKAT_CH_FASS_MONAT
...		...
FF_UID		FF_UID
...		...

1.3 Catalogue d'objets toitures

Dans toitsolaire.ch, les toitures sont représentées sous forme de géométrie 2D de type polygone dans la classe d'objets SOLKAT_CH_DACH. Pour les valeurs et les paramètres mensuels destinés à la combinaison linéaire, il existe un tableau SOLKAT_CH_DACH_MONAT associé grâce au DF_UID.

Tableau 3: Modèle de données SOLKAT_CH_DACH sous forme de tableau

Nom	Alias	Type	Domaine	Cardinalité	Description
OBJECTID		Object ID		1	
SHAPE		Polygone		1	
SHAPE_Length		Double		1	
SHAPE_Area		Double		1	
DF_UID	Identificateur toiture	Long Integer	En continu dans tout le jeu de données	1	Numérotation en continu dans tout le jeu de données destinée à l'identification et à l'association de SOLKAT_CH_DACH et de SOLKAT_CH_DACH_MONAT
DF_NUMMER	Numéro de toiture	Short Integer	En continu par bâtiment	1	Numérotation en continu de toutes les toitures d'un bâtiment
DATUM_ERSTELLUNG	Date de création	DateTime		1	Date et heure de la création / du calcul de la toiture dans toitsolaire.ch
DATUM_AENDERUNG	Date de modification	DateTime		1	Date et heure de la dernière modification; lors de la première saisie, identique à DATUM_ERSTELLUNG
SB_UUID	UUID swissBUILDINGS	Guid		1	UUID (identifiant universel unique) du bâtiment auquel la toiture appartient dans le jeu de données swissBUILDINGS ^{3D} 2.0

Nom	Alias	Type	Domaine	Cardinalité	Description
SB_OBJEKTART	Type d'objet swissBUILDINGS	Short Integer	SB_OBJEKTART	1	Attribut type d'objet repris du jeu de données swissBUILDINGS ^{3D} 2.0
SB_DATUM_ERSTELLUNG	Date de création dans swissBUILDINGS	DateTime		1	Attribut DATUM_ERSTELLUNG (date et heure) du jeu de données swissBUILDINGS ^{3D} 2.0; nécessaire lors des mises à jour de toitsolaire.ch
SB_DATUM_AENDERUNG	Date de modification dans swissBUILDINGS	DateTime		1	Attribut DATUM_AENDERUNG (date et heure) du jeu de données swissBUILDINGS ^{3D} 2.0; nécessaire lors des mises à jour de toitsolaire.ch
KLASSE	Aptitude	Short Integer	EIGNUNG_DACH	1	Classification des toitures selon le domaine EIGNUNG_DACH; l'attribution aux classes se fait en fonction de MSTRABLUNG
FLAECHE	Surface [m ²]	Double		1	Surface utile de la toiture; correspond à la toiture physique (surface inclinée) et donc à la surface maximale du module
AUSRICHTUNG	Exposition [°]	Short Integer	-180 à 180	1	Exposition de la toiture en degrés en partant depuis le nord dans le sens des aiguilles d'une montre: nord (-180°), est (-90°), sud (0°), ouest (90°) et nord (180°)
NEIGUNG	Inclinaison [°]	Short Integer	0 – 90	1	Angle d'inclinaison de la toiture en degrés; 0 = horizontal
MSTRABLUNG	Rayonnement moyen [kWh/m ² /an]	Short Integer		1	Rayonnement annuel moyen calculé (rayonnement global) par m ² (valeur moyenne pour les années 2004 à 2014, respectivement 2011 à 2020), compte tenu de l'ombrage
GSTRABLUNG	Rayonnement global [kWh/an]	Long Integer		1	Rayonnement annuel global calculé (valeur moyenne pour les années 2004 à 2014, respectivement 2011 à 2020), compte tenu de l'ombrage



Nom	Alias	Type	Domaine	Cardinalité	Description
STROMERTRAG	Rendement électrique [kWh/an]	Long Integer		1	Rendement électrique calculé; s'obtient à partir de GSTRAHLUNG selon la formule suivante: $STROMERTRAG = 0.20 * 0.8 * GSTRAHLUNG$ (degré d'efficacité du module = 20% et taux de rendement = 80%)
STROMERTRAG_SOMMERHALBJAH R	Rendement électrique [kWh/semestre d'été]	Long Integer		1	Rendement électrique calculé pour le semestre d'été (du 1 ^{er} avril au 30 septembre). Le calcul consiste en la somme de SOLKAT_CH_DACH_MONAT. STROMERTRAG_MONAT pour les mois d'avril à septembre, multipliée par la surface de la toiture.
STROMERTRAG_WINTERHALBJAHR	Rendement électrique [kWh/semestre d'hiver]	Long Integer		1	Rendement électrique calculé pour le semestre d'hiver (du 1 ^{er} octobre au 31 mars). Le calcul consiste en la somme de SOLKAT_CH_DACH_MONAT. STROMERTRAG_MONAT pour les mois d'octobre à mars, multipliée par la surface de la toiture.
WAERMEERTRAG	Rendement thermique [kWh/an]	Long Integer		1	Rendement thermique calculé pour une configuration de système représentative avec une installation de taille adaptée au besoin
DUSCHGAENGE	Nombre de douches	Short Integer		1	Nombre moyen calculé de douches par jour à partir du rendement thermique (total)
DG_HEIZUNG	Chauffage taux de couverture solaire [%]	Short Integer	0 - 100	1	Taux de couverture solaire calculé pour le chauffage sur la base de la part de l'appoint au chauffage issue du rendement thermique
DG_WAERMEBED ARF	Besoin en chaleur taux de couverture solaire [%]	Short Integer	0 - 100	1	Taux de couverture solaire calculé pour le besoin global en chaleur
BEDARF_WARMW ASSER	Besoin en eau chaude [kWh/an]	Long Integer		1	Besoin estimé en eau chaude; besoin du bâtiment en eau chaude estimé sur la base des données RegBL

Nom	Alias	Type	Domaine	Cardinalité	Description
BEDARF_HEIZUNG	Besoin en chaleur thermique [kWh/an]	Long Integer		1	Besoin estimé en chaleur de chauffage estimé sur la base des données RegBL
FLAECHE_KOLLEKTOREN	Surface de capteurs [m ²]	Double		1	Surface de capteurs de l'installation solaire thermique utilisée pour le calcul et adaptée au besoin
VOLUMEN_SPEICHER	Volume de stockage [l]	Long Integer		1	Volume de stockage de l'installation solaire thermique utilisée pour le calcul et adaptée au besoin
GWR_EGID	Identificateur de bâtiment	Long Integer		0..1	Identificateur fédéral de bâtiment (EGID) pour le jeu de données du RegBL qui a été attribué au bâtiment de swissBUILDINGS ^{3D} 2.0; si le bâtiment de swissBUILDINGS ^{3D} 2.0 s'est vu attribuer plusieurs jeux de données RegBL, l'un d'eux est sélectionné au hasard

Tableau 4: Modèle de données SOLKAT_CH_DACH_MONAT sous forme de tableau

Nom	Alias	Type	Domaine	Cardinalité	Description
OBJECTID		Object ID		1	
DF_UID	Identificateur toiture	Long Integer	Clé étrangère vers SOLKAT_CH_DACH	1	Numérotation en continu dans tout le jeu de données destinée à l'identification et à l'association de SOLKAT_CH_DACH et de SOLKAT_CH_DACH_MONAT
DF_NUMMER	Numéro de toiture	Short Integer	En continu par bâtiment	1	Numérotation en continu de toutes les toitures d'un bâtiment



Nom	Alias	Type	Domaine	Cardinalité	Description
SB_UUID	UUID swissBUILDINGS	Guid		1	UUID (identifiant universel unique) du bâtiment auquel la toiture appartient dans le jeu de données swissBUILDINGS ^{3D} 2.0.
MONAT	Mois	Short Integer	MONAT	1	Indique le mois civil
MSTRAHLUNG_MONAT	Rayonnement moyen [kWh/m ² /mois]	Float		1	Rayonnement mensuel moyen (rayonnement global) par m ² pour les années 2004 à 2014 respectivement 2011 à 2020, compte tenu de l'ombrage
A_PARAM	Paramètre a	Float		1	Les paramètres a, b et c permettent de calculer approximativement le rayonnement sur la toiture pour le mois concerné en utilisant une combinaison linéaire du rayonnement direct (DIR) et du rayonnement diffus (DIF) sur une surface horizontale: $a*DIR + b*DIF + c$
B_PARAM	Paramètre b	Float		1	Cf. A_PARAM
C_PARAM	Paramètre c	Float		1	Cf. A_PARAM
HEIZGRADTAGE	Degrés-jours de chauffage	Short Integer		1	Degrés-jours de chauffage mensuels
MTEMP_MONAT	Température mensuelle moyenne	Float		1	Température mensuelle moyenne en degrés Celsius

Nom	Alias	Type	Domaine	Cardinalité	Description
STROMERTRAG_MONAT	Rendement électrique [kWh//m ² /mois]	Long Integer		1	Rendement électrique mensuel par mètre carré. S'obtient à partir de MSTRABLUNG_MONAT, degré d'efficacité du module = 20% et taux de rendement = 80%, selon la formule suivante: STROMERTRAG_MONAT = MSTRABLUNG_MONAT*0.2 * 0.8

Tableau 5: Domaine SB_OBJEKTART

Code	Description/valeur
0	pont couvert
1	bâtiment isolé
2	immeuble de grande hauteur
3	cheminée marquante
4	tour
5	tour de refroidissement
6	réservoir
7	puits de ventilation
8	bâtiment ouvert
9	serre
10	en construction
11	chapelle
12	tour religieuse



Code	Description/valeur
13	bâtiment religieux
15	toit «flottant»
16	bâtiment souterrain
17	grand mur
18	grand mur couvert
19	ouvrage historique
20	bâtiment non visible
21	détail de toiture
22	passerelle

Tableau 6: Domaine EIGNUNG_DACH

Code	Description/valeur	Rapport à MSTRÄHLUNG
1	faible	< 800 kWh / m ² / an
2	moyenne	≥ 800 et < 1000 kWh / m ² / an
3	bonne	≥ 1000 et < 1200 kWh / m ² / an
4	très bonne	≥ 1200 et < 1400 kWh / m ² / an
5	excellente	≥ 1400 kWh / m ² / an

Tableau 7: Domaine MONAT

Code	Description/valeur
1	janvier
2	février
3	mars
4	avril
5	mai
6	juin
7	juillet
8	août
9	septembre
10	octobre
11	novembre
12	décembre



1.4 Catalogue d'objets façades

Dans toitsolaire.ch, les façades sont représentées sous forme de géométrie 2D de type polygone dans la classe d'objets SOLKAT_CH_FASS. L'attribut FF_UID remplace l'attribut DF_UID et FF_NUMMER remplace DF_NUMMER. Il n'y a pas d'attribut NEIGUNG. Pour les valeurs mensuelles, il y a un tableau SOLKAT_CH_FASS_MONAT associé grâce au FF_UID.

Le catalogue d'objets est identique à celui des toitures, à l'exception de SHAPE qui est de type polygone. En outre, le rapport à MSTRABLUNG est différent au niveau de l'attribut KLASSE:

KLASSE: classification des toitures selon le domaine EIGNUNG_FASS. L'attribution aux classes se fait en fonction de MSTRABLUNG.

Tableau 8: Domaine EIGNUNG_FASS

Code	Description/valeur	Rapport à MSTRABLUNG
1	faible	< 600 kWh / m ² / an
2	moyenne	≥ 600 et < 800 kWh / m ² / an
3	bonne	≥ 800 et < 1000 kWh / m ² / an
4	très bonne	≥ 1000 et < 1200 kWh / m ² / an
5	excellente	≥ 1200 kWh / m ² / an

Principes généraux

1.5 Système de coordonnées

Les données sont saisies dans le système de référence selon le Tableau 9 et en appliquant la résolution et la tolérance selon le Tableau 10.

Tableau 9: Système de référence (spécification ESRI)

Paramètre	Valeur
XY Coordinate System	CH1903+_LV95
Geographic Coordinate System	GCS_CH1903+
Datum	D_CH1903+
Spheroid	Bessel_1841 (6377397.155, 6356078.962818189, 299.1528128)
Prime Meridian	Greenwich (0.0)
Angular Unit	Degree (0.0174532925199433)
Projection	Hotine_Oblique_Mercator_Azimuth_Center
False_Easting	2600000.0
False_Northing	1200000.0
Scale_Factor	1.0
Azimuth	90.0
Longitude_Of_Center	7.439583333333333
Latitude_Of_Center	46.95240555555556
Linear Unit	Meter (1.0)

Tableau 10: Résolution et tolérance

Règles de topologie	Valeur
XY Resolution	0.0001 m
XY Tolerance	0.001 m

1.6 Format des données

Les données sont saisies au format ESRI FGDB en tant que classes d'objets (SOLKAT_CH_DACH et SOLKAT_CH_FASS) et sont inscrites dans les tableaux correspondants (SOLKAT_CH_DACH_MONAT et SOLKAT_CH_FASS_MONAT). Tous les domaines nécessaires y sont définis et attribués.



1.7 Règles de topologie

Le jeu de données toitsolaire.ch respecte les règles de topologie citées au Tableau 1.

Tableau 11: Règles de topologie

Règles de topologie	Description
Pas de multipart-features	Les multipart-features sont exclus.
Pas de chevauchement de toitures	Les toitures ne doivent pas se chevaucher. Elles doivent se toucher sur une ligne ou à un point, ou doivent être séparées l'une de l'autre.
Pas de chevauchement de façades	Les lignes de façades ne doivent pas se chevaucher. Elles doivent se toucher à un point ou être séparées l'une de l'autre.