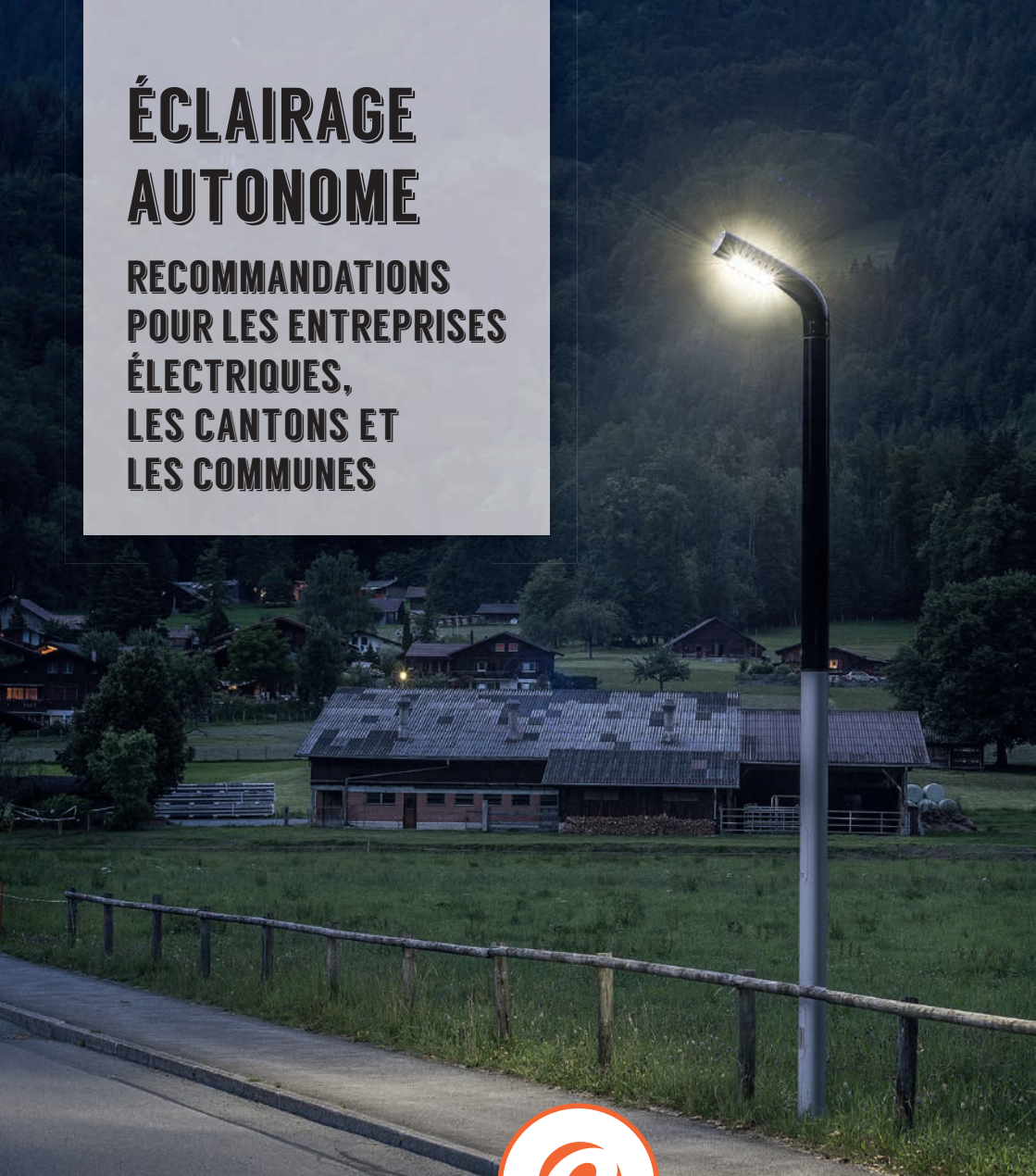


# ÉCLAIRAGE AUTONOME

RECOMMANDATIONS  
POUR LES ENTREPRISES  
ÉLECTRIQUES,  
LES CANTONS ET  
LES COMMUNES



**suisse énergie**

Notre engagement : notre futur.



**POUR L'ÉCLAIRAGE EN ABSENCE  
DE RÉSEAU ÉLECTRIQUE,  
NOTAMMENT DANS LE DOMAINE  
EXTÉRIEUR, LES DISTRIBUTEURS  
D'ÉNERGIE, LES CANTONS ET LES  
COMMUNES MISENT SUR LES  
RÉVERBÈRES SOLAIRES. VOICI  
TOUT CE QUE VOUS DEVEZ SAVOIR  
AU SUJET DE CET ÉCLAIRAGE.**

**LA LUMIÈRE AU TARIF ZÉRO  
ET EXEMPTÉ DE CO<sub>2</sub>.**



# TABLE DES MATIÈRES

---

AVANTAGES ET APPLICATIONS .....	4
• Différence par rapport aux réverbères standard .....	4
• Et en cas de mauvais temps? .....	4
• Exemples d'application .....	4
FORMES DES RÉVERBÈRES SOLAIRES .....	6
• Forme classique avec bras lumineux .....	6
• Forme classique avec point lumineux intégré .....	6
• Forme complètement intégrée .....	7
• Forme superposée avec bras lumineux .....	7
STRUCTURE SCHÉMATIQUE .....	8
COMPARAISON DES COÛTS .....	10
CONTRÔLE DE PLANIFICATION .....	11

# AVANTAGES ET APPLICATIONS

Les réverbères routiers autonomes, aussi appelés lampadaires ou mâts solaires, ne sont pas raccordés au réseau électrique mais utilisent l'énergie du soleil. La transformation de l'énergie solaire en énergie électrique se fait dans des modules photovoltaïques. Le courant généré est stocké dans des batteries afin d'être disponible pour l'éclairage durant la nuit. Les lampes sont des LED qui se distinguent par une efficacité lumineuse élevée avec une consommation électrique faible et une longue durée de vie.

## DIFFÉRENCE PAR RAPPORT AUX RÉVERBÈRES STANDARD

Les réverbères autonomes se distinguent des réverbères traditionnels par leur indépendance du réseau électrique et leurs différentes formes. Cette indépendance du réseau offre une grande flexibilité aux utilisateurs car ni câblage enterré ni poteaux ne sont requis. Le site doit être approprié: en cas d'ombrage important, p. ex. par des arbres (photo en bas à gauche), l'utilisation de réverbères solaires n'a pas de sens.



Site approprié

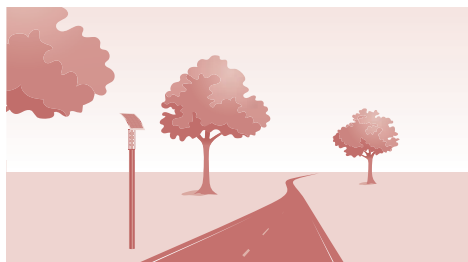
## ET EN CAS DE MAUVAIS TEMPS?

Les réverbères solaires sont particulièrement sollicités pendant la période faible en luminosité, de début novembre à fin février. A cette époque, les modules solaires produisent moins d'électricité. Les lampes sont toutefois plus longtemps en service car la période entre le coucher et le lever du soleil est presque deux fois plus longue en hiver qu'en été. Les réverbères solaires de qualité disposent d'une capacité d'accumulation suffisamment élevée, d'un module solaire dimensionné pour la période d'ensoleillement réduit et d'un régulateur qui, en cas de mauvais temps, fournit l'électricité en fonction des besoins. Si les composants du réverbère solaire (LED, module, batterie et régulateur) sont harmonisés avec précision, ils fonctionnent parfaitement pendant 365 nuits par année – même en cas de mauvais temps prolongé.

## EXEMPLES D'APPLICATION

Les réverbères solaires conviennent aux applications et situations suivantes:

- Pistes cyclables et trottoirs, voiries, intersections, passages piétons, places de parc, abris pour vélos, cours d'école, arrêts de bus etc.



Site approprié

## ÉCLAIRAGE PONCTUEL



Dans les zones peu éclairées, p. ex. dans les régions rurales, un éclairage ponctuel est sensé. Dans ce cadre, un seul réverbère peut suffire. L'éclairage ponctuel génère une base de luminosité et confère aux passants et aux cyclistes un sentiment de sécurité.

La photo montre la route d'accès au musée Ballenberg, où trois réverbères solaires avec un flux lumineux de chacun 2400 lumens et une hauteur de point lumineux de 5,5 mètres sont installés à 40 mètres d'intervalle. Ces réverbères ne sont pas censés éclairer la route de façon uniforme, mais baliser le chemin pour les utilisateurs et leur conférer un sentiment de sécurité. Lors d'un éclairage ponctuel, la distance idéale entre les points lumineux est de 35 à 50 mètres.

## ÉCLAIRAGE HOMOGÈNE



En zone urbaine ou dans une agglomération, de nombreuses sources lumineuses assurent l'éclairage des rues, des places et des différents sites. Dans ce cas, un éclairage ponctuel n'est quasiment pas nécessaire. Un éclairage homogène convient pour éclairer tout un tronçon de rue, p. ex. pour des raisons de sécurité. Il crée une intense bande lumineuse assez régulière, ce qui la fait ressortir de son environnement sombre. L'éclairage de la piste cyclable sur une route d'accès à l'aéroport de Doha (Qatar) a été conçu avec des réverbères solaires de 1800 lumens et des points lumineux à 4,4 mètres de haut, installés à une distance de 15 mètres.

# FORMES DES RÉVERBÈRES SOLAIRES

## FORME CLASSIQUE AVEC BRAS LUMINEUX



Le réverbère solaire est composé d'un mât surmonté de modules solaires. Ceux-ci, comme la tête de la lampe, sont fixés au mât par des bras, ce qui permet de varier l'orientation. Le régulateur est intégré au mât, les batteries sont placées dans un boîtier enterré.



**Avantages:** Une portillon à près de 1,5 mètre de hauteur facilite les travaux d'entretien.

**Inconvénients:** Les modules solaires sont exposés aux tempêtes ou aux chutes de neige générant des pressions de vent et de neige. De plus, ils peuvent être recouverts de neige, et ne produiront donc que peu voire pas d'électricité. Ce réverbère ne peut être installé qu'avec une grue.

**Coûts:** 5500 à 6500 francs

## FORME CLASSIQUE AVEC POINT LUMINEUX INTÉGRÉ



Ce réverbère solaire se compose d'un mât avec un point lumineux intégré. Il est surmonté d'un bras avec un module solaire. Le régulateur et les batteries sont intégrés au mât.

**Avantages:** Installation possible sans grue.


**Inconvénients:** En hiver, si le module solaire est recouvert de neige, la production d'électricité est réduite. Comme il n'y a pas de portillon pour les travaux d'entretien, le module solaire doit être démonté pour l'accès au régulateur et aux batteries.

**Coûts:** 3400 à 4400 francs

## FORME COMPLÈTEMENT INTÉGRÉE



Tous les composants du réverbère solaire (module, point lumineux, batteries et régulateur) sont intégrés au mât. La tête de la lampe peut être orientée précisément. Les panneaux photovoltaïques sont disposés autour de la partie supérieure du mât.

**Avantages:**  Un portillon permet un accès aisé à tous les composants pour les travaux d'entretien. La disposition verticale du module solaire ne l'expose quasiment pas aux pressions de vent et de neige. Comme les panneaux photovoltaïques peuvent exploiter le rayonnement solaire provenant des quatre points cardinaux, ils produisent annuellement davantage d'électricité.

**Inconvénients:** Ce réverbère ne peut être installé qu'avec une grue.

**Coûts:** 4400 à 5400 francs

## FORME SUPERPOSÉE AVEC BRAS LUMINEUX



Ce réverbère solaire se compose d'un mât avec un bras lumineux et un boîtier de module solaire superposé comprenant les batteries et le régulateur.

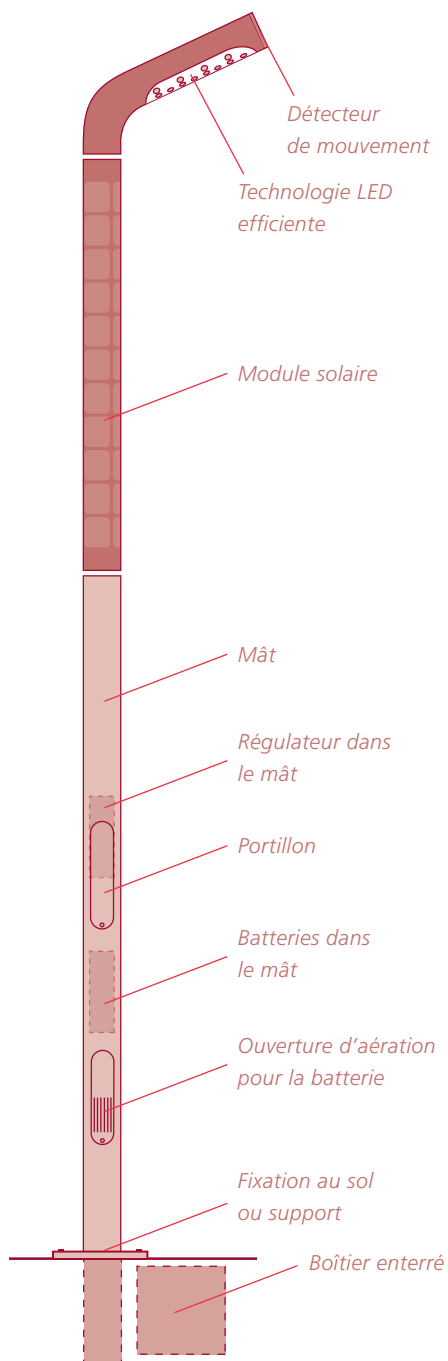
**Avantages:** Le boîtier de module solaire est placé verticalement sur le mât et exposé à des pressions de vent et de neige minimales. Son orientation dans les quatre points cardinaux augmente le rendement électrique.

Ce réverbère solaire peut être installé sans grue.

**Inconvénients:** Il n'y a pas de portillon.

**Coûts:** 3800 à 4800 francs

# STRUCTURE SCHÉMATIQUE



## DÉTECTEUR DE MOUVEMENT

Certains fabricants proposent des détecteurs de mouvement en option, p. ex. des sondes passives à infrarouge (PIR). Ils n'enclenchent le réverbère qu'à l'approche de personnes. L'utilisation de détecteurs de mouvement ne devrait se faire qu'à des endroits peu fréquentés car les nombreux enclenchements/déclenchements du réverbère solaire peuvent l'endommager. Coûts: environ 250 francs.

## LED

C'est l'utilisation de LED qui a permis aux réverbères solaires de percer car ils produisent beaucoup de lumière en consommant peu d'électricité. La durée de vie des LED atteint 30 000 à 70 000 heures, selon les fabricants. Le flux lumineux (lumen) maximal se situe autour de 1200 à 5000 lumens, et dépend du fabricant et du type de réverbère.

## MODULE SOLAIRE

Il existe différentes technologies et formes de modules solaires. En règle générale, ils sont composés de cellules photovoltaïques poly- ou monocristallines. Le module solaire peut être posé (p. 6) ou installé à la verticale (p. 7). Un grand avantage du montage modulaire vertical est l'insensibilité aux pressions de vent et de neige: la neige ne peut pas se fixer sur le module, et le vent n'a qu'une petite surface de prise. Un autre point positif de la disposition verticale est la production d'électricité élevée en hiver. Le soleil se trouve à angle plat par rapport à l'horizon, ce qui est idéal pour un module disposé à la verticale. En outre, sur les champs et les routes, la couche de neige reflète d'importantes quantités du rayonnement solaire exploitables par le module. Les puissances nominales des modules se situent entre 30 et 210 Wp (watt peak), selon le fabricant et le type de réverbère.



## MÂT

Le mât est en acier galvanisé, et laqué ou peint par poudre. Certains fabricants proposent également un acier inoxydable, en option.

## RÉGULATEUR

Le régulateur est la centrale de commutation du réverbère et accomplit les tâches suivantes:

- Surveillance de la charge/décharge des batteries afin qu'elles ne soient pas en sous ou en surcharge (protection de charge minimum).
- Enclenchement/déclenchement automatique des réverbères le matin et le soir.
- Enclenchement/déclenchement de la gradation nocturne.
- Certains régulateurs disposent d'un affichage permettant de visionner la capacité de la batterie et de sélectionner les différents profils lumineux (horaires de gradation, d'enclenchement/déclenchement).

## PORTILLON

Le portillon offre un accès aisé et sûr au régulateur et aux batteries. Il se trouve généralement à un hauteur de 1 à 1,5 mètre du sol, et peut être ouvert par les personnes autorisées au moyen d'une clé spéciale.

## BATTERIES

Les batteries (accumulateurs) sont rechargeables et stockent l'électricité produite durant la journée pour la restituer aux LED la nuit. La plupart des fabricants proposent des batteries en technologie gel, avantageuses et ne nécessitant pas d'entretien. Les capacités des batteries se situent autour de 25 à 70 Ah (ampèreheure) à 12 V, selon le type de réverbère et de fabricant.

Un jeu de batteries coûte entre 150 et 250 francs.

## OUVERTURE D'AÉRATION

Certains fabricants proposent en option une ouverture d'aération dans le mât. Cette porte assure l'amenée d'air de refroidissement pour les batteries en été afin que leur durée d'utilisation ne soit pas limitée par la chaleur. Ce système fonctionne sur le principe de la cheminée (convection): l'air chauffé par le soleil dans le mât monte et de l'air plus frais redescend ensuite. Ce système ne fonctionne qu'en été lorsque le refroidissement est également souhaité. Une ouverture d'aération coûte environ 100 francs.

## SOCLE

En règle générale, on installe un socle pour le tube, dans lequel le prolongement du mât (env. 1 m) est ancré au préalable par un tube en ciment, celui-ci étant ensuite rempli de sable ou de gravier. La plupart des réverbères peuvent toutefois également être fixés par une bride sur un ancrage préparé avec des tiges filetées.

## BOÎTIER ENTERRÉ

Le boîtier enterré protège les batteries des températures très élevées ou très basses. Sur le Plateau suisse, un boîtier enterré n'est en principe pas nécessaire. Il n'est utile qu'aux endroits très froids ou très chauds, p. ex. en Engadine en hiver ou sous les tropiques.

Le coût d'un tel boîtier est de 300 à 400 francs.

# COMPARAISON DES COÛTS

## EXEMPLE DE CALCUL ÉCLAIRAGE STANDARD VS ÉCLAIRAGE SOLAIRE

Aperçu des coûts	Réverbères standard	Réverbères solaires
Réverbères y c. livraison	45 000 Fr.	99 000 Fr.
Socle et installation	6 400 Fr.	6 400 Fr.
Etablissement de la ligne électrique	150 000 Fr.	0 Fr.
Coûts de l'électricité	5 250 Fr.	0 Fr.
Remplacement des lampes	4 800 Fr.	4 800 Fr.
Coûts d'entretien	20 000 Fr.	20 000 Fr.
Remplacement des batteries tous les 5 ans	0 Fr.	17 600 Fr.
<b>Total des coûts sur 25 ans</b>	<b>231 450 Fr.</b>	<b>147 800 Fr.</b>
<b>Avantage des coûts des réverbères solaires</b>		<b>83 650 Fr.</b>

Les calculs se basent sur le cas de 20 réverbères installés sur un tronçon de 500 mètres. La durée de vie supposée des réverbères est de 25 ans. Les coûts pour l'établissement de la ligne électrique ont été estimés à une valeur moyenne de 300 francs par mètre courant. Selon la situation et le terrain (cultures, agglomération ou localité), le coût du mètre courant de desserte est de 150 à 450 francs. Avec cette hypothèse, les coûts par année et par réverbère standard se montent à 460 francs, à 300 francs pour un réverbère solaire.

Le contrôle de planification suivant est destiné à simplifier les décisions tant du point de vue technique que financier.

## **LIGNE ÉLECTRIQUE EXISTANTE?**

Une ligne électrique est-elle existante sur le site prévu? Si oui, l'installation d'un réverbère solaire n'a pas de sens au plan financier. Si non, l'option d'un réverbère solaire devrait être envisagée et vérifiée à l'aide d'une comparaison des coûts.

## **ÉVALUATION DU SITE**

Une évaluation du site pour le réverbère solaire est un facteur important pour garantir un fonctionnement impeccable. Il faut que l'ensoleillement soit suffisant et de qualité. Dans le cas idéal, le module solaire n'est pas ombragé dans deux sur trois points cardinaux (est, sud et ouest). Les habitations isolées, arbustes et arbres ne posent pas de problème à cet égard. En cas de doute, il faut demander conseil à un spécialiste.

## **CONCEPT D'ÉCLAIRAGE**

Lorsqu'on planifie un éclairage homogène avec des réverbères solaires (p. 5), il est judicieux de demander à un spécialiste de concevoir un éclairage basé sur des données photométriques. Il est possible d'éviter d'importantes différences de luminance (lumière/ombre) sur la voie, et la lumière n'arrivera au sol que là où elle sera vraiment nécessaire.

## **AUTONOMIE**

L'autonomie décrit la durée pendant laquelle un système peut fonctionner lorsque, suite au mauvais temps prolongé, aucun rayonnement solaire n'est exploitable. L'autonomie résulte du

jeu entre la consommation d'énergie des LED et le dimensionnement du module solaire, de la batterie et du régulateur. Lorsque les composants sont harmonisés à la consommation des LED et suffisamment dimensionnés, les LED diffusent de la lumière pendant plusieurs jours et jusqu'à deux semaines (selon le fabricant) également en cas de mauvais temps.

## **TEMPÉRATURES DE LUMIÈRE**

La température de la lumière ou des couleurs indique en kelvins si une LED rayonne en blanc froid, en blanc neutre ou en blanc chaud. En règle générale, les réverbères solaires sont équipés de LED de 5300 kelvins. Chez de nombreux fabricants, il est possible d'obtenir également des températures de lumière plus chaudes de 4100 kelvins (blanc neutre) ou de 3100 kelvins (blanc chaud).

## **PROFILS LUMINEUX**

Des régulateurs permettent de programmer différents profils de lumière. Ces profils définissent les temps d'enclenchement, de déclenchement et de gradation et permettent l'adaptation de l'éclairage aux conditions locales.

## **INSECTES**

Les réverbères présentant une part élevée d'UV attirent les insectes nocturnes. Pour la lumière LED avec une part très faible d'UV, ce problème se pose moins et les réverbères s'encrassent donc moins rapidement.

## **ÉCLAIRAGE DE SECOURS**

Grâce à leur indépendance par rapport au réseau électrique, les réverbères solaires conviennent également comme éclairage de secours dans le domaine extérieur.

Equipe du projet:

Concept et contenu: Giordano Pauli, Zurich

Photos: Micha Riechsteiner, Worb