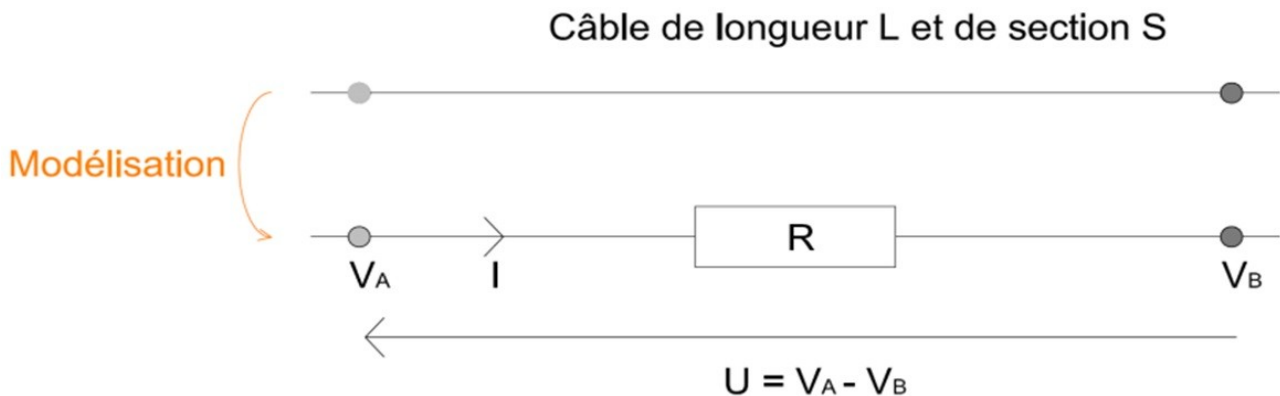


# Photovoltaïque : chutes de tension

L'électricité produite par les modules photovoltaïques doit être transportée jusqu'au point d'injection au réseau. Ce transport s'effectue avec des pertes d'énergie.

## Les chutes de tension régulières

En théorie, un câble est un conducteur de courant parfait, c'est-à-dire que sa résistance est nulle. En pratique, un câble n'est pas un conducteur parfait: il se comporte comme une résistance.



## Résistance d'un câble

La résistance d'un câble de cuivre est très faible, mais n'est pas nulle. Celle-ci est proportionnelle à la longueur du câble et inversement proportionnelle à la section du câble.

On a l'expression suivante :  $R = \rho \times L / S$

Dans cette formule, L est la longueur du câble (en mètre), S est la section du câble (en  $m^2$ ) et  $\rho$  est la résistivité du conducteur.

La résistivité du conducteur est une donnée du fabricant et dépend du matériaux :

- $\rho = 1.851 \times 10^{-8} \Omega.m$  pour un conducteur en cuivre
- $\rho = 2.941 \times 10^{-8} \Omega.m$  pour un conducteur en aluminium

Il est de coutume d'exprimer la résistivité d'un conducteur en  $\Omega.mm^2/m$ . Cette unité permet, lors du calcul des sections de câbles, d'exprimer les longueurs directement en mètre et les sections en  $mm^2$  :

- $\rho = 0.01851 \Omega.mm^2/m$  pour un conducteur en cuivre
- $\rho = 0.02941 \Omega.mm^2/m$  pour un conducteur en aluminium

La résistance du câble, définie ci-dessus, va provoquer une chute de potentiel entre le départ du câble et la fin du câble.

En effet :  $U = V_A - V_B = R \times I$ . Ainsi, si le câble est un parfait conducteur alors  $R=0$  donc  $U = 0$  soit :  $V_A = V_B$ . Mais comme  $R > 0$  pour un câble réel, on a  $V_A > V_B$ , ce qui correspond à une chute de potentiel. On parle communément de chute de tension, mais en réalité il s'agit d'une chute de potentiel (car la tension est une différence de potentiel). Cette chute de tension conduit à une dissipation d'énergie par effet joule (le câble va chauffer).

Dans une installation photovoltaïque, cela va induire des pertes de puissances. L'optimisation technico-économique d'une installation photovoltaïque conduit donc à réduire au maximum ces chutes de tension. Le guide de l'UTE C15-712 relatif aux installations photovoltaïques indiquent que la chute de tension dans la partie CC et dans la partie CA devra être inférieure à 3%, idéalement 1%.

Cela signifie : 
$$\frac{V_A - V_B}{V_A} < 0.03$$

En conclusion, les chutes de tension régulières représentent des pertes d'énergie (car une chute de tension induit forcément une chute de puissance) pouvant atteindre le seuil normatif de 3%.

## **Les chutes de tension singulières**

Les chutes de tension singulière sont dues à la présence de contacts électriques. Ces contacts proviennent typiquement des dispositifs suivants :

- Les connecteurs inter-module
- Les sectionneurs
- Les interrupteurs
- Les disjoncteurs

Un contact électrique est caractérisé par une résistance électrique de contact, induisant un abaissement de la tension.

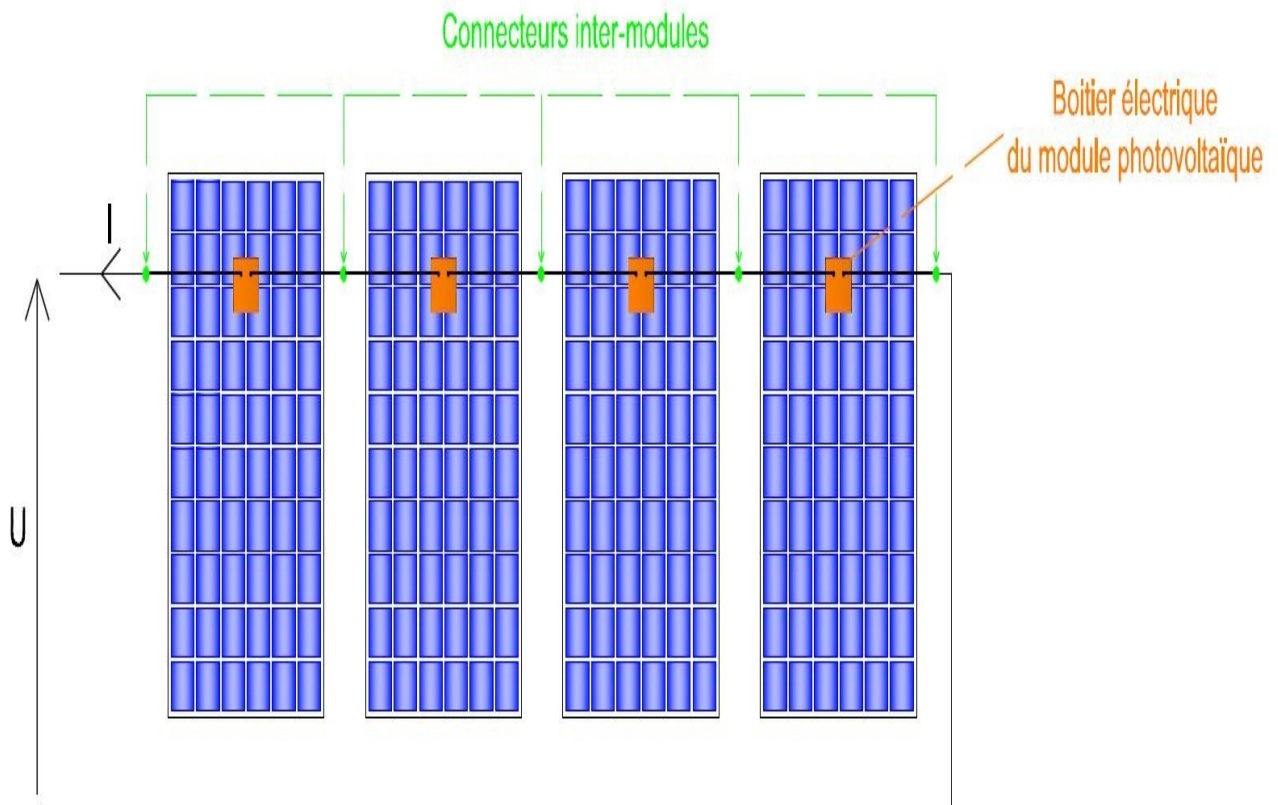
Il convient d'utiliser des dispositifs de connexion sûrs et minimisant la résistance de contact.

## **Ordre de grandeur des chutes de tension singulière**

La valeur des résistances de contact est de l'ordre de 0.5 mΩ (milliohm).

Typiquement, la valeur du courant débité par un module est de 5 A. Par conséquent, un contact abaisse la tension d'environ 2.5 mV ( $U = R \times I$ ).

Sur une installation photovoltaïque, les contacts électriques sont nombreux, notamment à cause des connexions inter-modules. Pour une installation comprenant N modules, il y a N+1 contacts inter-modules.



Par ailleurs, lors des travaux, il est important de s'assurer que les contacts ont été correctement effectués. Un contact de mauvaise qualité augmente la résistance de contact, provoque une surchauffe du contact et est susceptible de produire un arc électrique.

## GuidEnR Photovoltaïque