

# Les masques : Relevé, Evaluation, Effets



BE Alliance Soleil

ALLIANCE SOLEIL

# Les masques

## *Préambule*

Est considéré comme **masque** tout élément faisant **obstacle** aux rayonnement solaire sur un capteur solaire (thermique ou photovoltaïque).

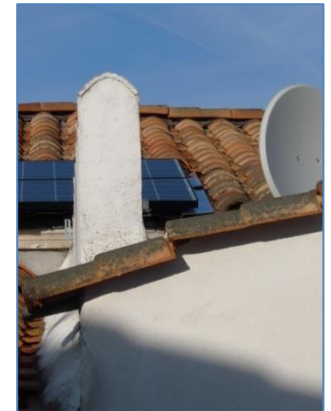
*L'utilisation de l'énergie solaire est en général judicieuse si le ou les masques sont inexistants ou négligeables.*

Il est nécessaire de **caractériser les différents masques possibles** pouvant affecter le captage d'énergie solaire et donc la production d'énergie.

# Les masques

## *Types*

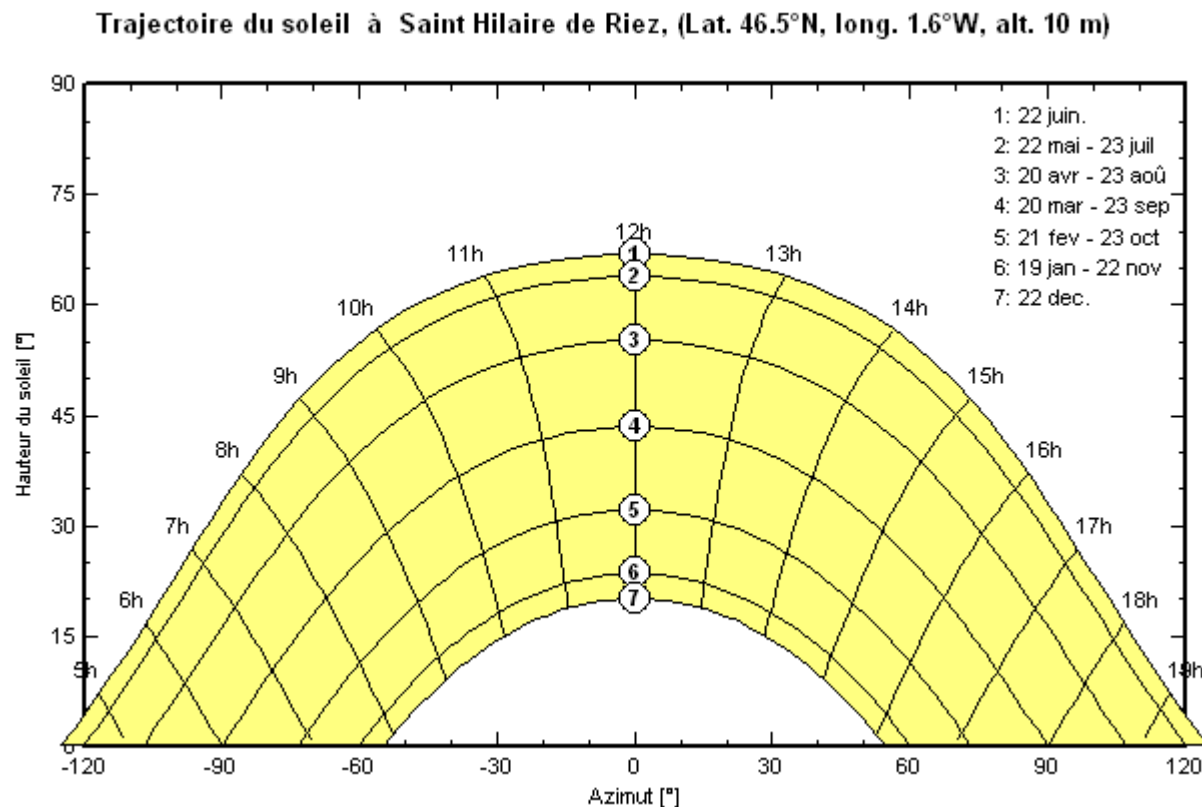
- Masque lointain (> 100 m)
  - Colline, montagne
- Masque proche (< 100 m)
  - Arbre, bâtiment avoisinant
- Masque immédiat
  - Cheminée, antenne, câbles



# Les masques

## *Effectuer un relevé de masque*

1 - Connaître précisément l'évolution de la course du soleil au long de l'année sur le site considéré: **diagramme solaire**



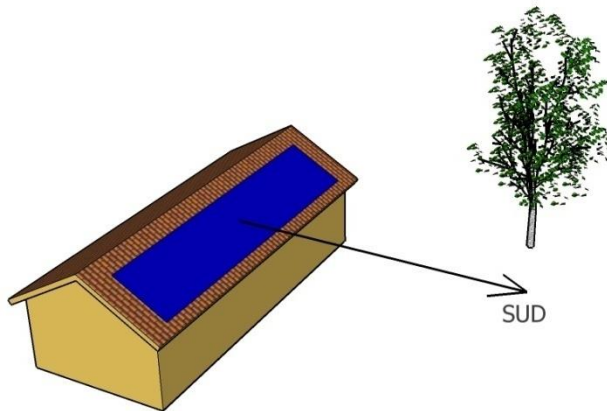
# Les masques

## Effectuer un relevé de masque

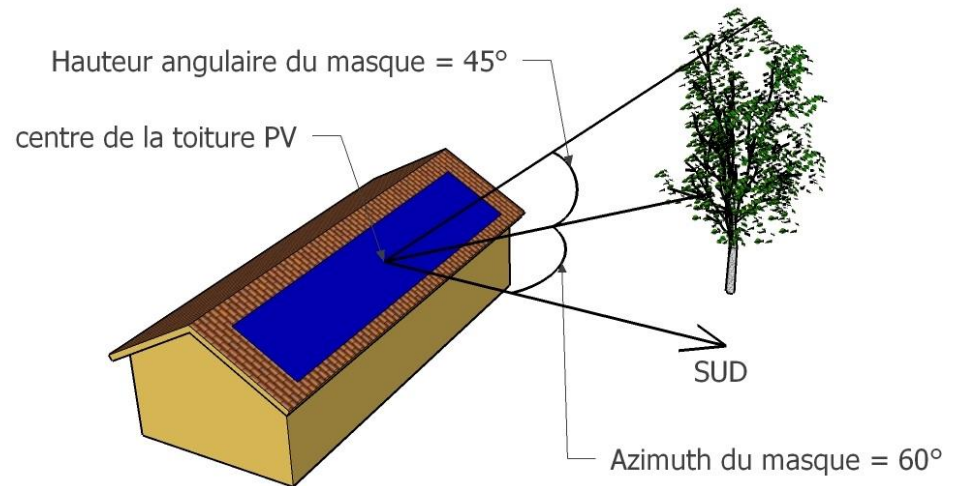
### 2 – Relevé du masque global à l'aide d'une boussole de visée

○ Point de référence (point de mesure):

- A partir du centre du champ photovoltaïque envisagé (cas d'un champ de taille modeste)
- En bas du champ photovoltaïque envisagé



Exemple de situation



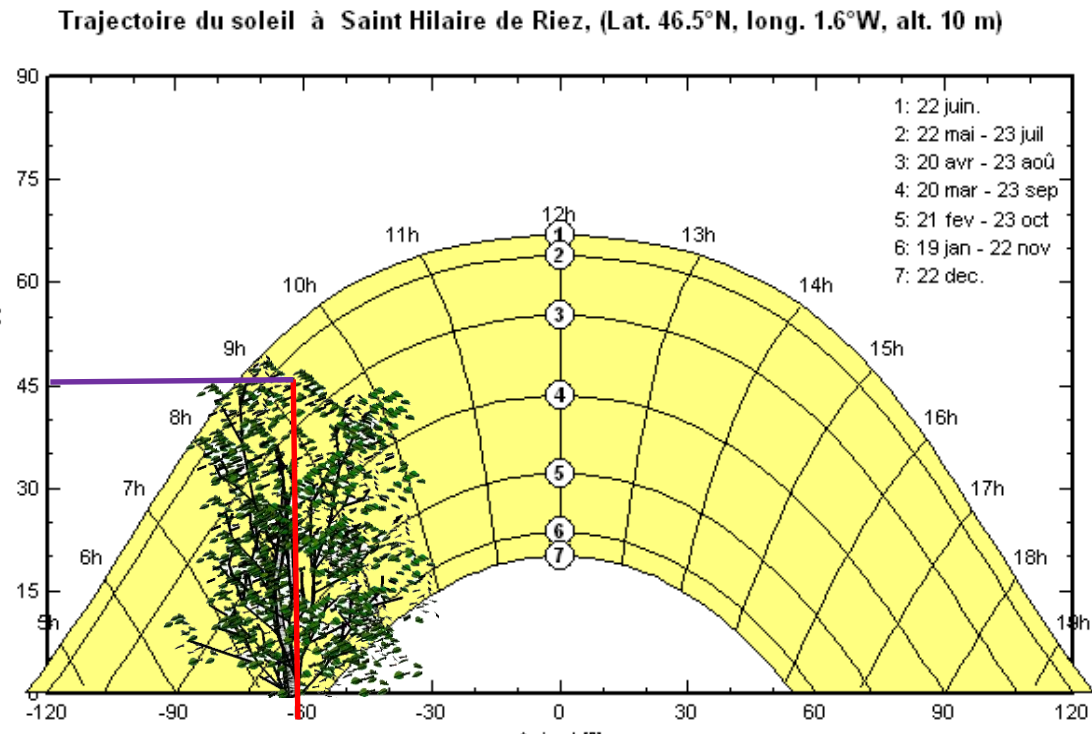
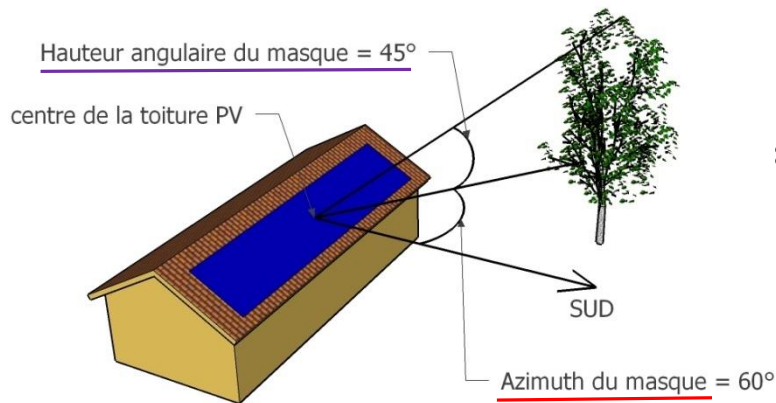
Relevé de masque

**Chaque masque est caractérisé par sa (ses) hauteur (s) et son (ses) azimuth (orientation)**

# Les masques

## Effectuer un relevé de masque

### 3 – Report des mesures sur le diagramme solaire du site



Chaque masque est caractérisé par ses hauteurs et ses azimuts (orientation)

# Les masques

## *Effectuer un relevé de masque*

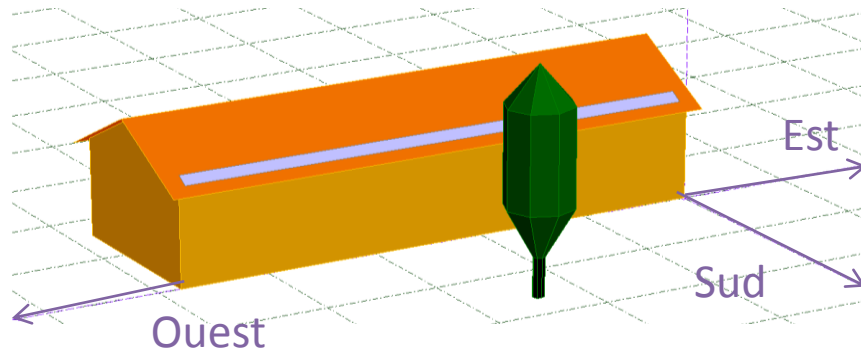
### 4 – Simulation dynamique

1. Utilisation des bases de données météo du site considéré, relevé sur site ou plan
2. Définition du systèmes PV (produits, tailles de modules)
3. Modélisation 3D du site (avec calepinage des modules sur la toiture)
4. Simulation
5. Obtention du diagramme d'iso ombrage

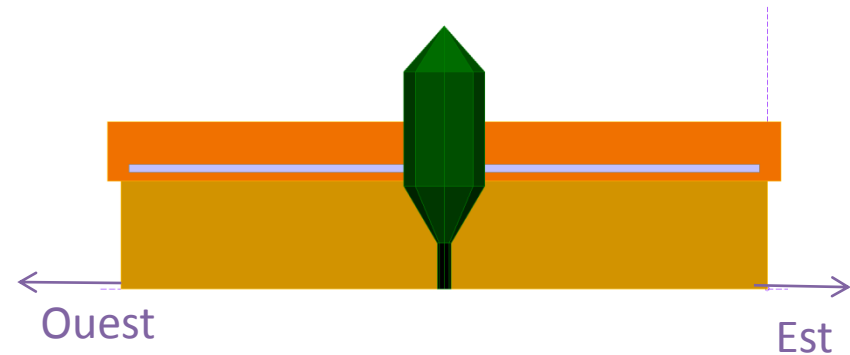
# Les masques

*Effectuer un relevé de masque – simulation dynamique, exemple*

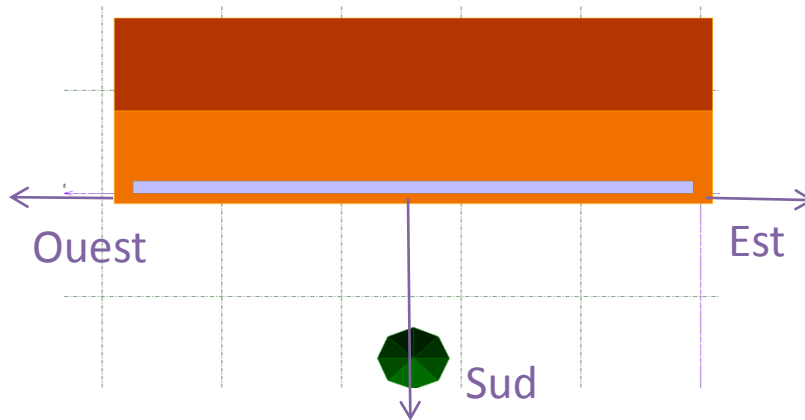
**Situation :**



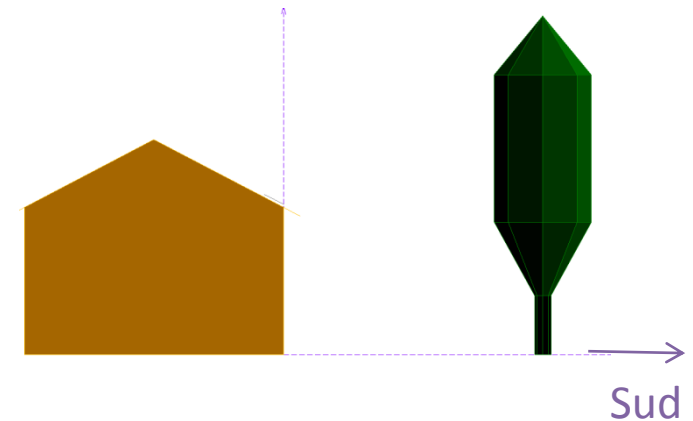
*Perspective*



*Vue de face depuis le sud*



*Vue de dessus*



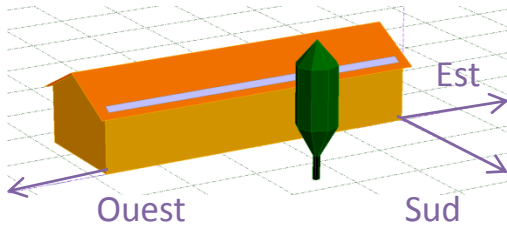
*Vue de côté depuis l'ouest*



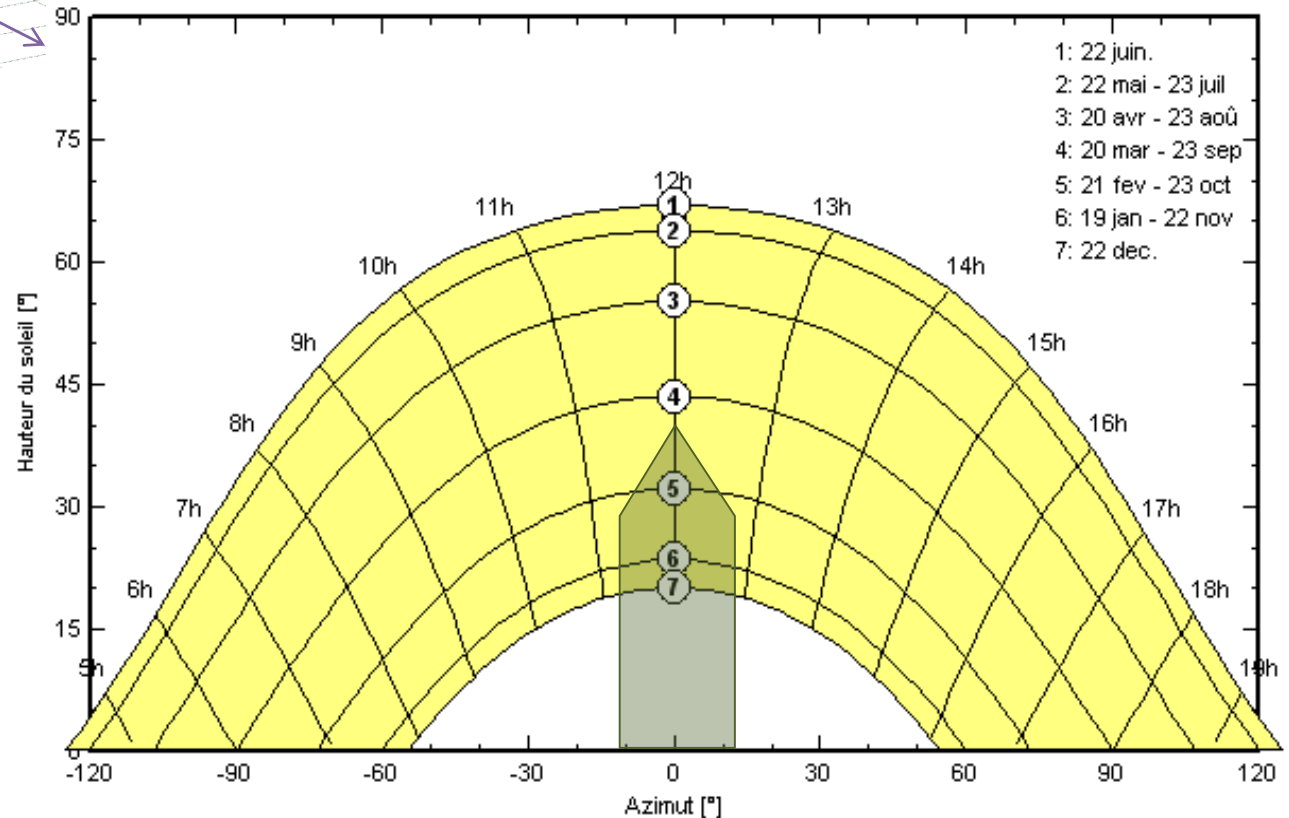
# Les masques

*Effectuer un relevé de masque – simulation dynamique, exemple*

**Diagramme de masque :**



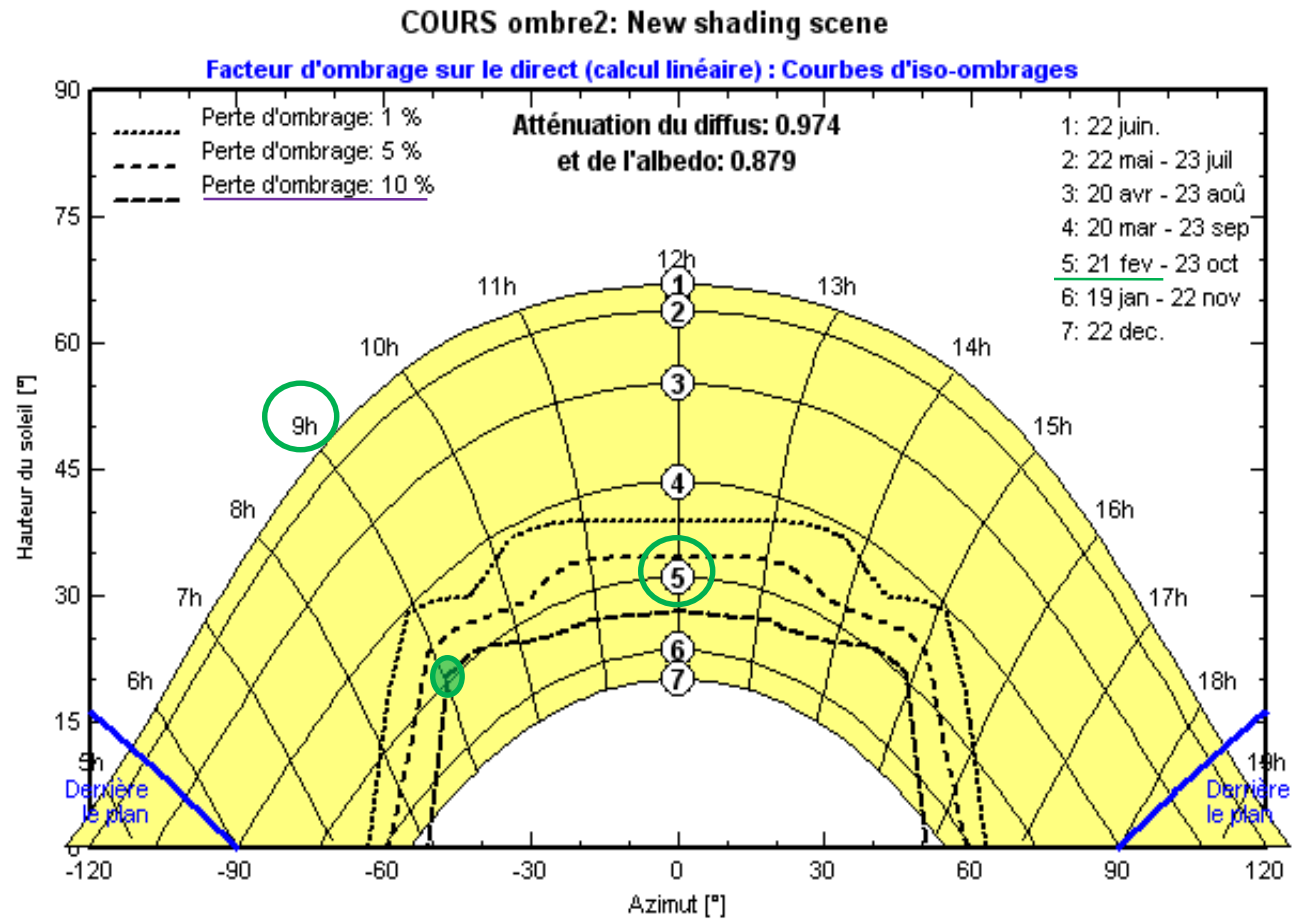
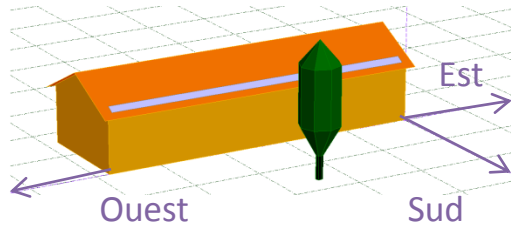
**Trajectoire du soleil à Saint-Hilaire de Riez, (Lat. 46.5°N, long. 1.5°W, alt. 10 m)**



# Les masques

Effectuer un relevé de masque – simulation dynamique, exemple

Diagramme de perte 1 : fraction du champ PV ombragé au fil du temps



Exemple :

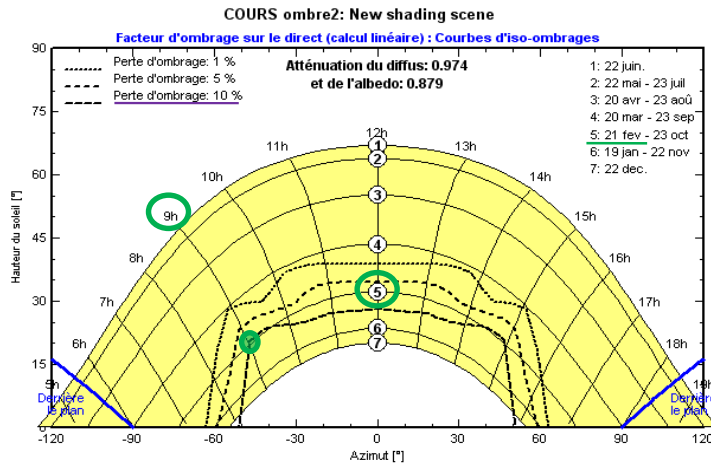
Le 21 février, à 9h,

10 % du champ PV  
est ombragé

# Les masques

Effectuer un relevé de masque – simulation dynamique, exemple

## Visu de l'ombrage le 21 février à 9 h

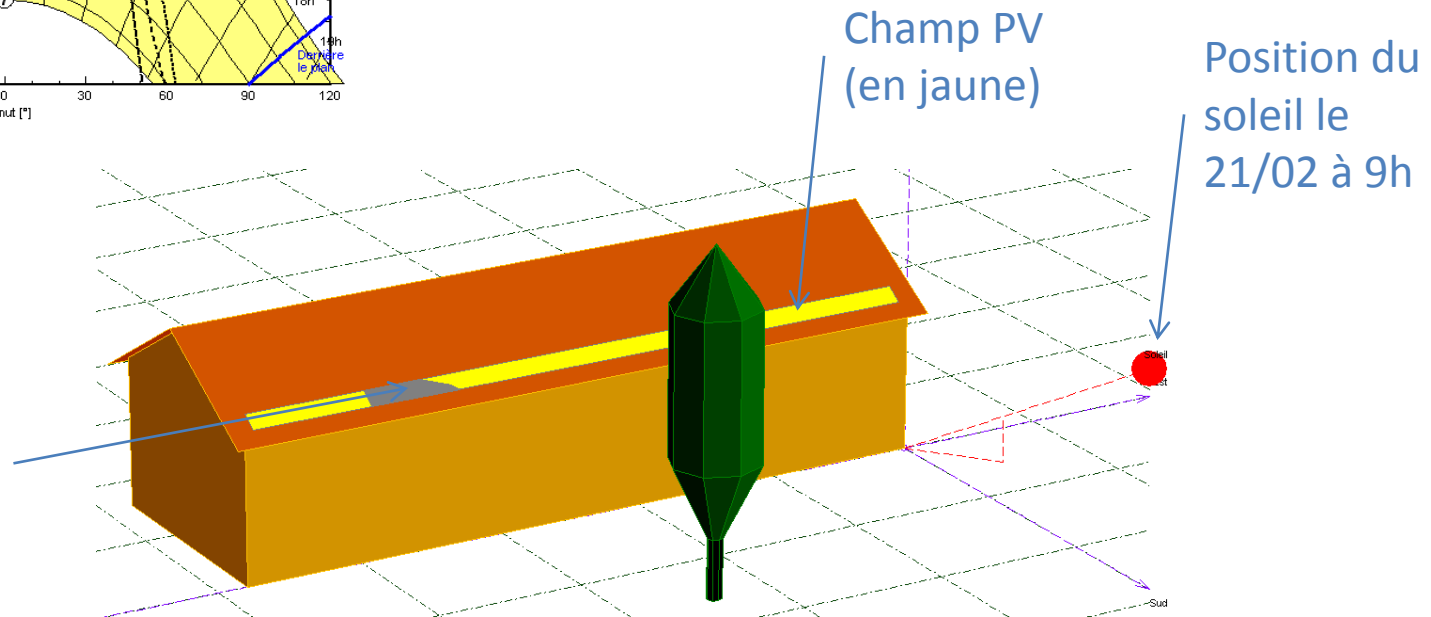


Le 21 février, à 9h,

10 % du champ PV est ombragé

Scène du 21  
février à 9h :

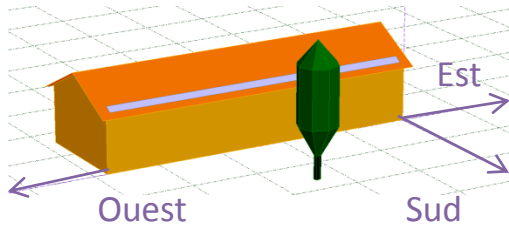
fraction  
ombragée  
du champ  
PV (en gris)



# Les masques

Effectuer un relevé de masque – simulation dynamique, exemple

Diagramme de perte 2 : pertes de production dues à l'ombrage du champ PV



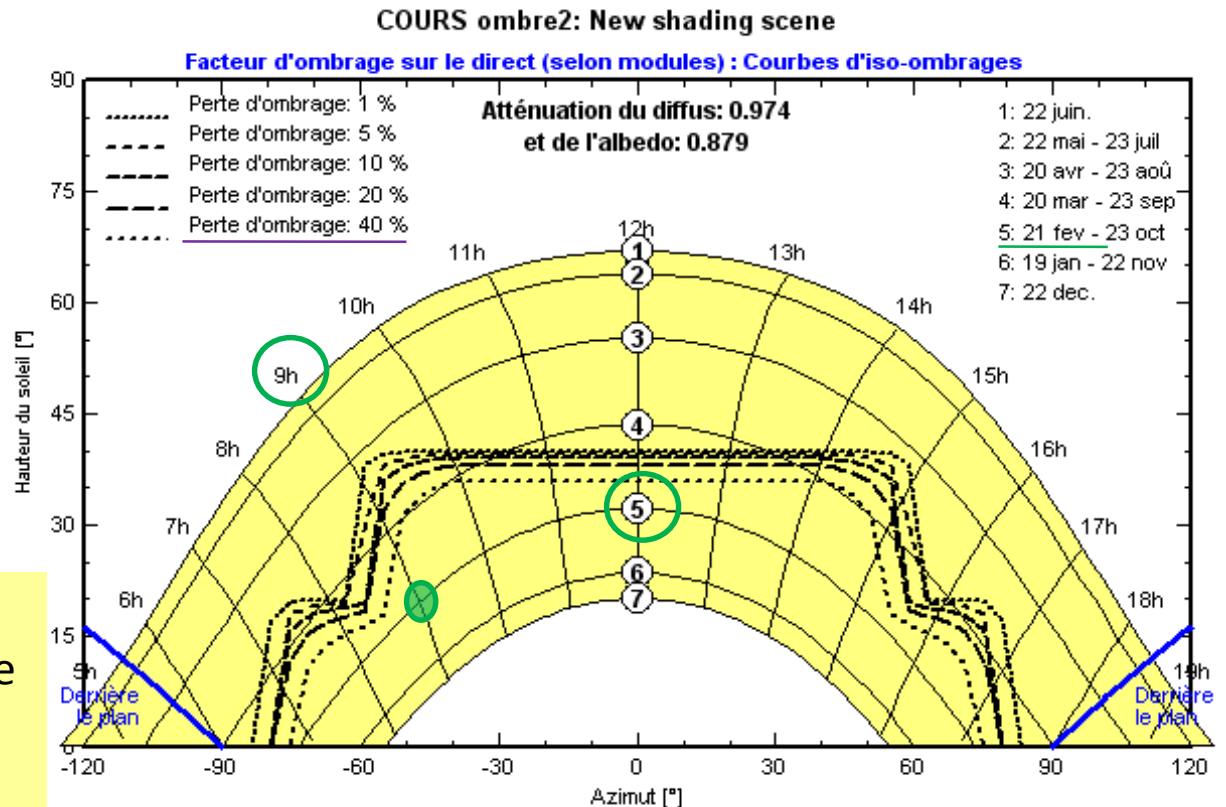
En tenant compte du calepinage électrique du champ PV

Exemple :

Le 21 février, à 9h,

La perte de puissance du champ est de 40 %

L'ombrage de la surface du champ PV de 10 % conduit à une perte de production de 40 % (avec une seule string de 16 modules en série)

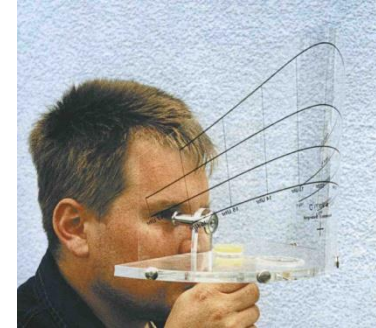


# Les masques

## *Quelques outils pour caractériser les masques*

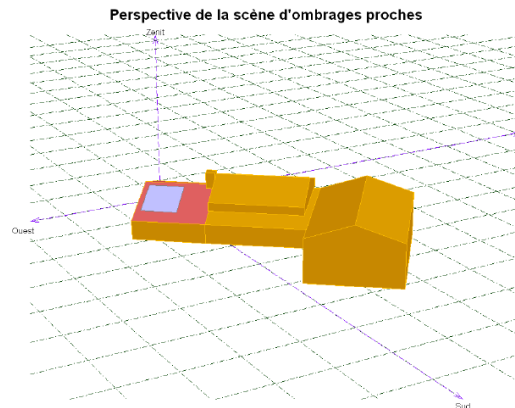
- Relevé

- Boussole de visée et clinomètre
- Indicateur de course du soleil à visée
- Photographie panoramique et logiciels associés
- Plans, coupes



- Modélisation

- Logiciels
  - Pvsyst
  - PVsol



# Les masques

## Déclinaison magnétique



Déclinaison magnétique :  
+ (positive) vers est ;  
- (négative) vers ouest

### Relevé :

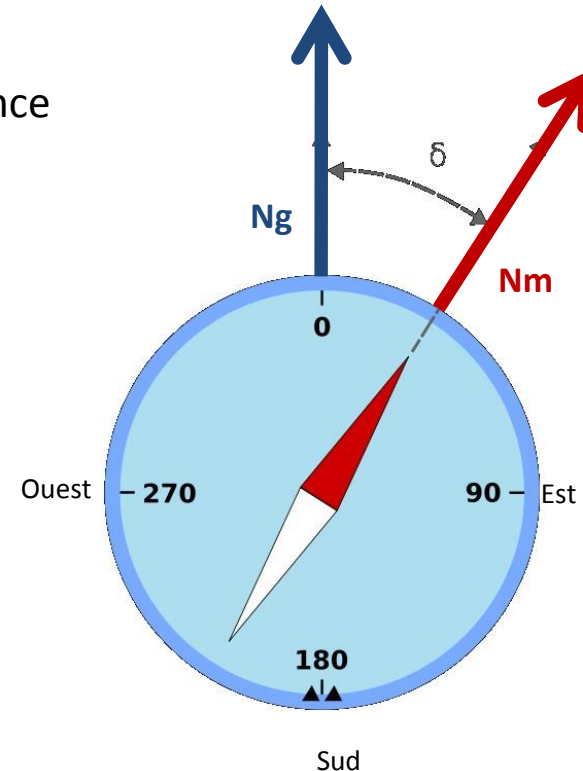
- Boussole : mesure une orientation **magnétique**
- Energie solaire : repère = orientation **géographique**
- Déclinaison magnétique est une conséquence de la non coïncidence des axes :
  - De rotation de la terre (axe défini par les pôles géographiques)
  - Du champ magnétique terrestre (axe défini par les pôles magnétiques)

La déclinaison magnétique varie au cours du temps (à cause du mouvement du noyau terrestre)

Exemple de source de données : logiciel gratuit « Déclimag »

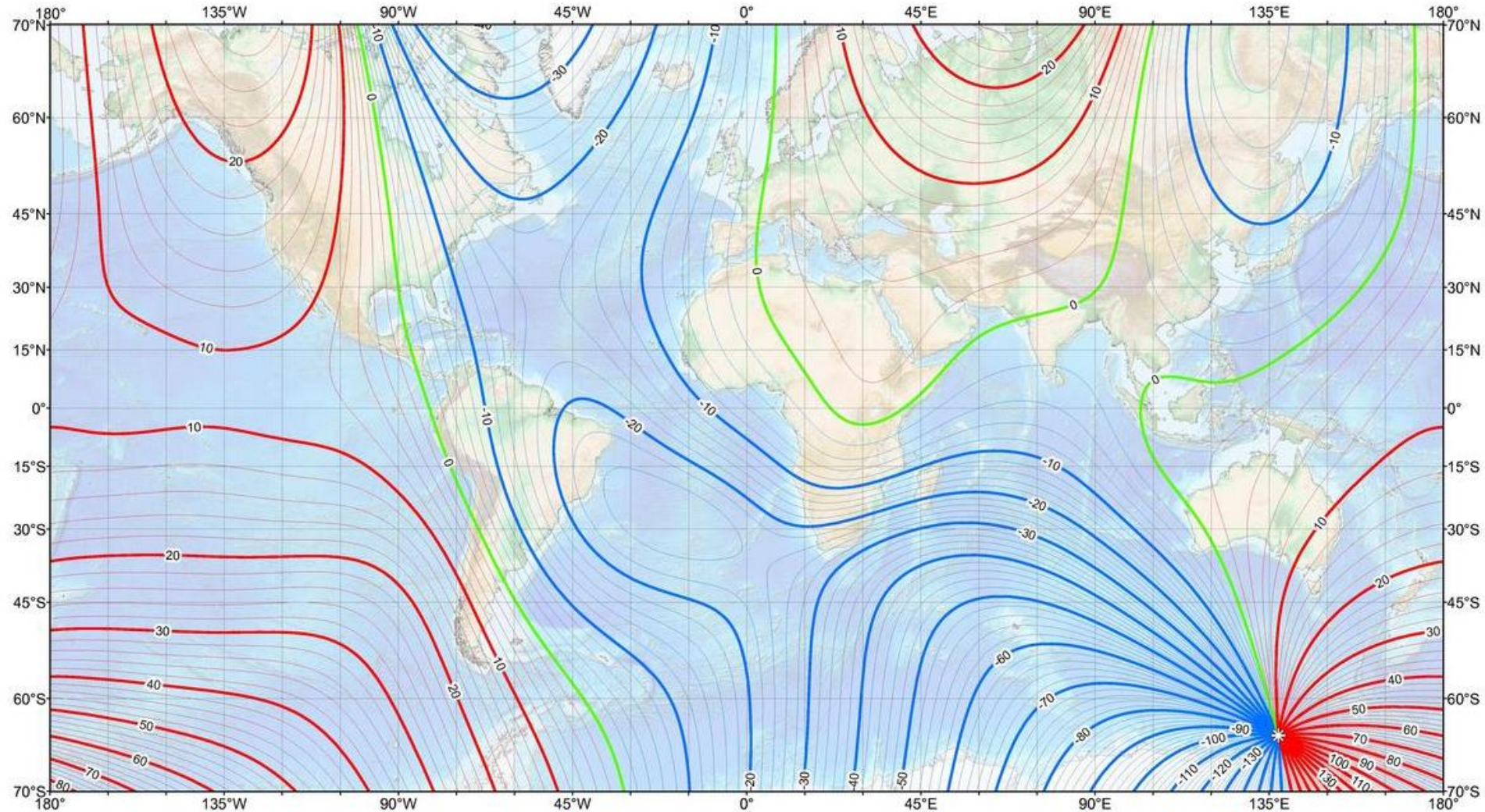
Le 31/01/2012 :

- Paris :  $0,3^\circ$  (vers l'ouest) : **négligeable**
- **Tunisie** :  $1,1^\circ$  (vers l'est) : **négligeable**
- Johannesburg :  $- 17,8^\circ$  (vers l'ouest) : **à prendre en compte**



# Les masques

## *Déclinaison magnétique : carte de janvier 2010*



# Les masques

## *Précautions d'installations - généralités*





# Les masques

## *Précautions d'installations - généralités*



# Les masques

## *Précautions d'installations - généralités*



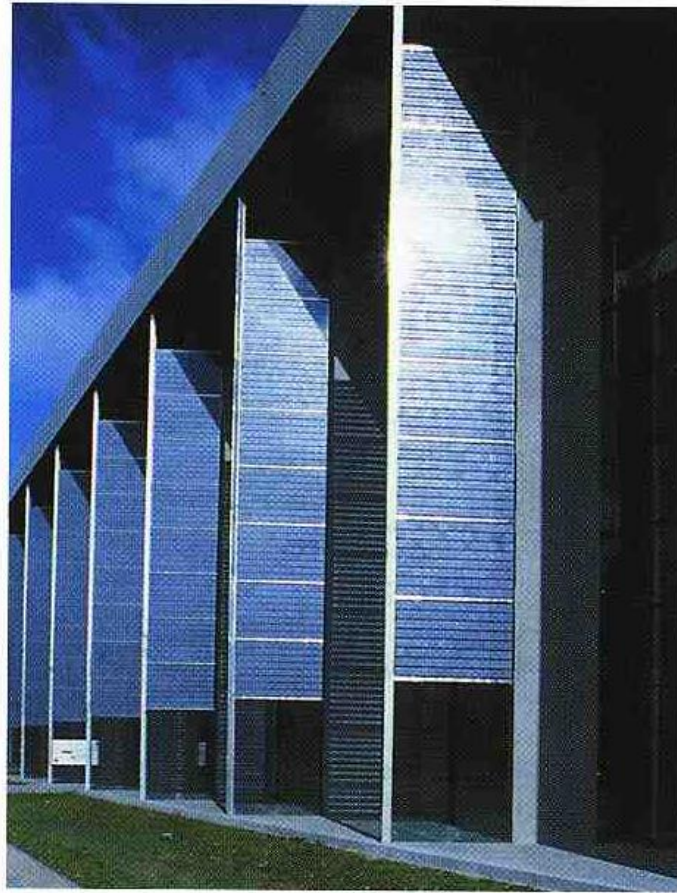
# Les masques

## *Précautions d'installations - généralités*



# Les masques

## *Précautions d'installations - généralités*



# Les masques

*Manque de maintenance*



# Les masques

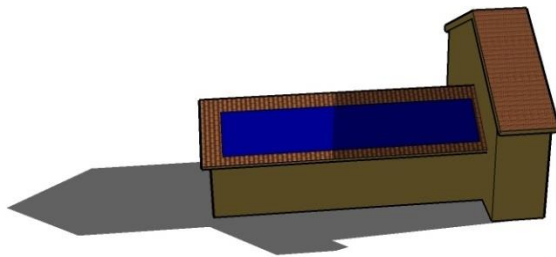
## *Précautions d'installations - généralités*



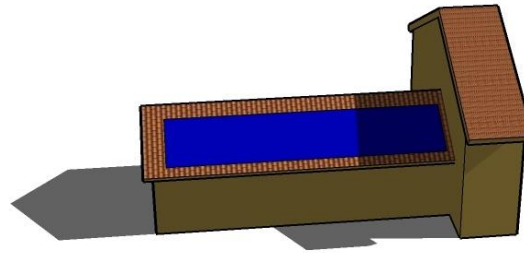
# Les masques

## *Précautions d'installations – calepinage électrique*

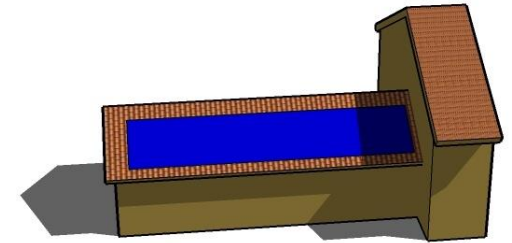
L'ombre portée se déplace **verticalement** au cours de la journée :



8 h



9 h



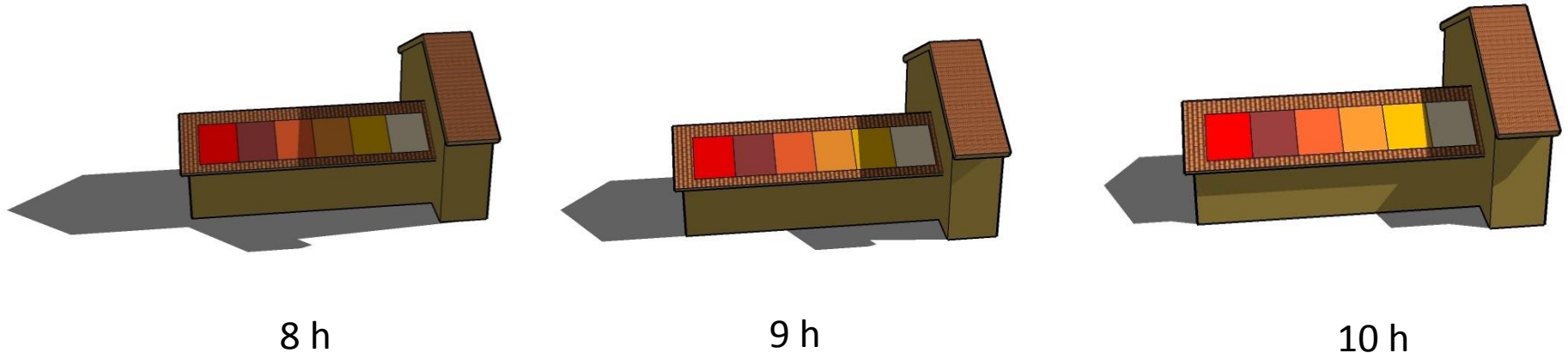
10 h

Comment raccorder les modules en série ?

# Les masques

## *Précautions d'installations – calepinage électrique*

L'ombre portée se déplace **verticalement** au cours de la journée :



Raccorder les modules **verticalement (sens du rampant)** :  
**Ex:** création de chaînes verticales avec onduleur multi-strings  
**Et éviter de placer des modules à proximité vers la toiture !**

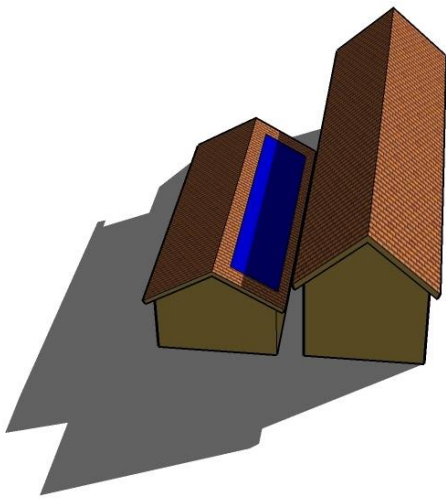
Les chaînes de modules en série (strings) sont de couleurs différentes



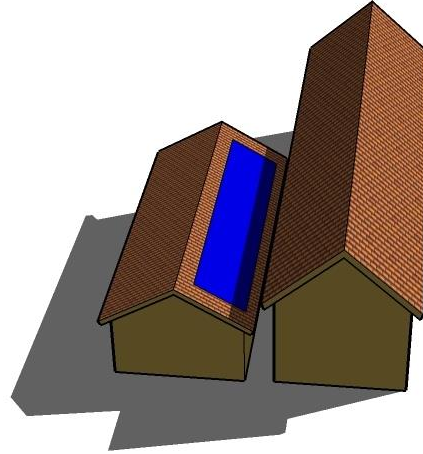
# Les masques

## *Précautions d'installations – calepinage électrique*

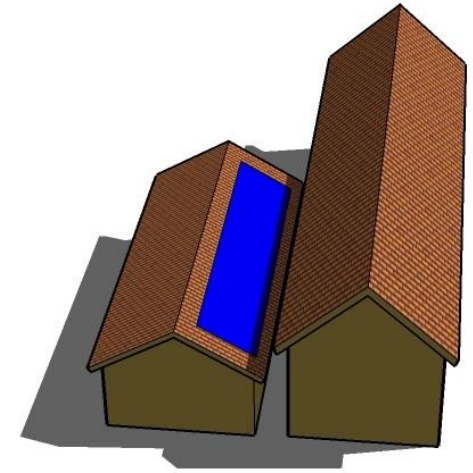
L'ombre portée se déplace **horizontalement** au cours de la journée :



8 h



9 h



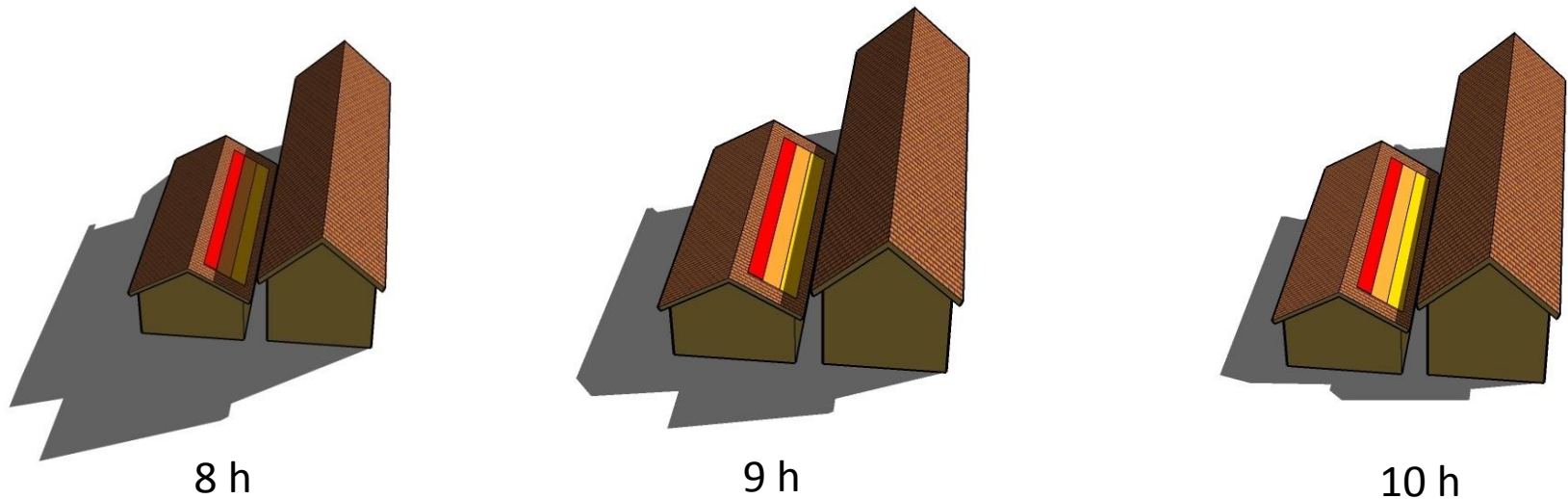
10 h

Comment raccorder les modules ?

# Les masques

## *Précautions d'installations – calepinage électrique*

L'ombre portée se déplace **horizontalement** au cours de la journée :



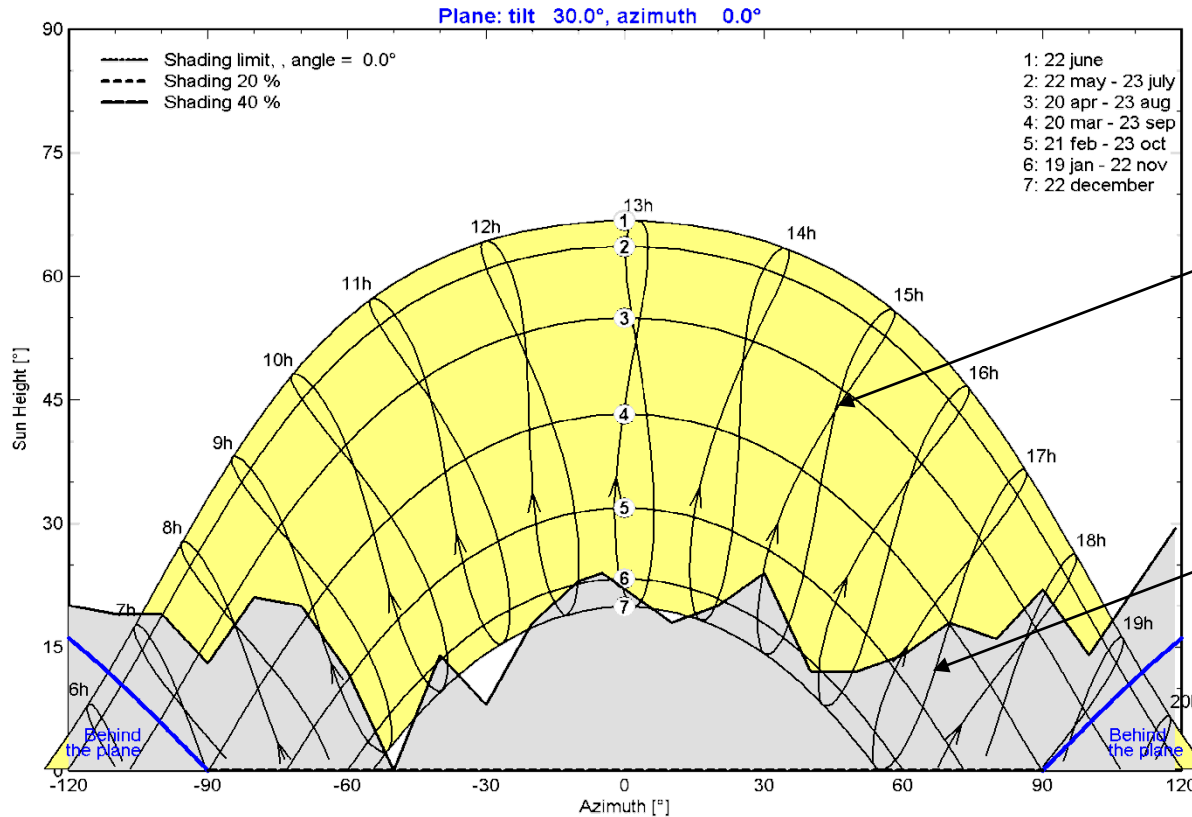
Raccorder les modules **horizontalement** : création de chaînes horizontales (avec onduleur par chaîne ou onduleur multi-string) **et éviter de placer des modules en bas de pente !**

Les chaînes de modules en série (strings) sont de couleurs différentes

# Les Masques

*Etude de cas : perte de production énergétique*

Cas réel : Relevé des masques



# Les masques

## Etude de cas : perte de production énergétique

### Avec MASQUE

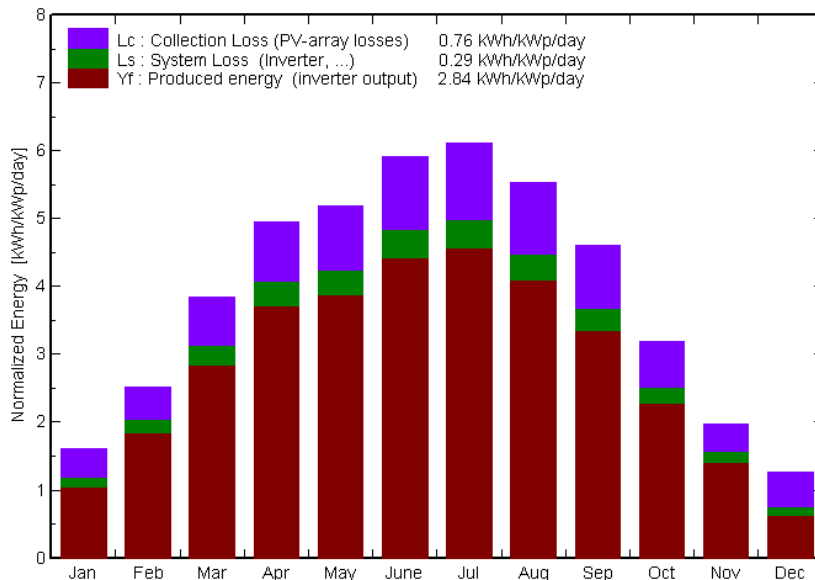
#### Main simulation results

System production

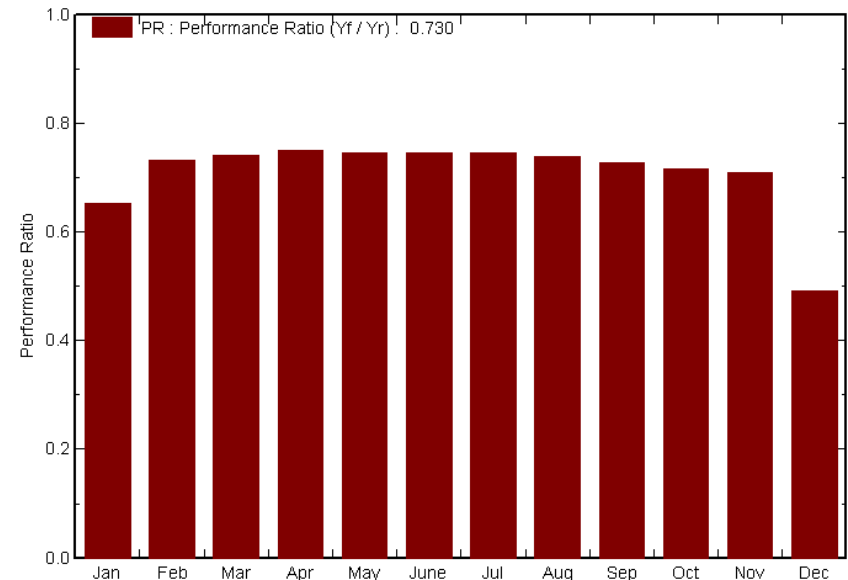
Produced energy **3050 kWh/year**  
Performance ratio PR **73.0 %**

Specific **1038 kWh/kWp/year**

Normalized productions (per installed kWp): Nominal power 2.94 kWp



Performance Ratio



**Chute du ratio de performance en décembre et janvier**

# Les masques

## Etude de cas perte de production énergétique

### Sans MASQUE

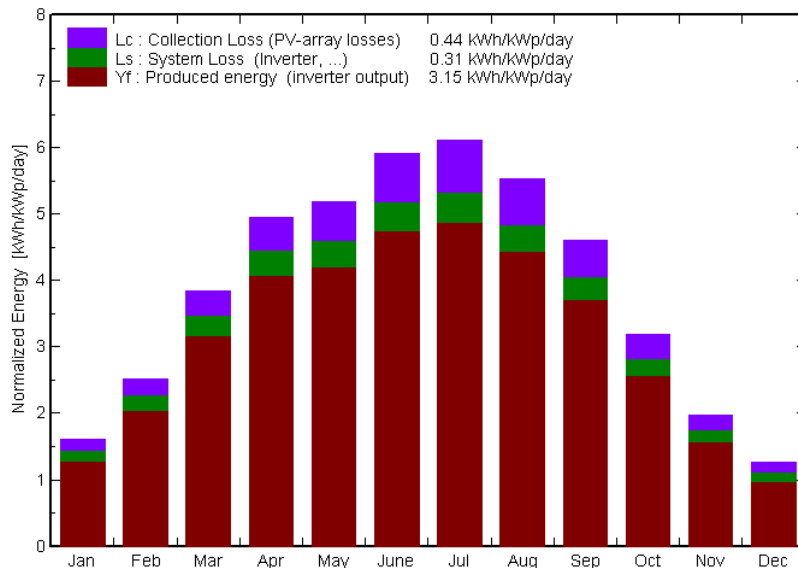
#### Main simulation results

System production

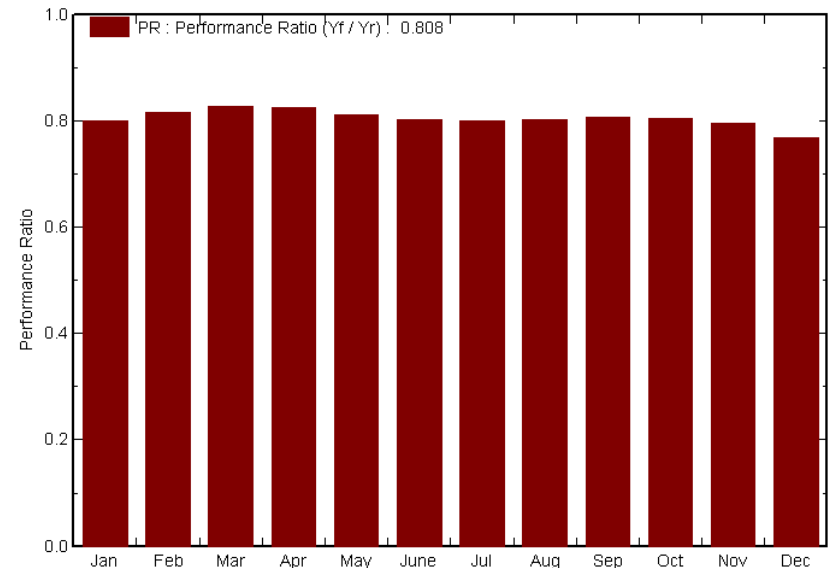
Produced energy **3378 kWh/year**  
Performance ratio PR 80.8 %

Specific 1149 kWh/kWp/year

Normalized productions (per installed kWp): Nominal power 2.94 kWp



Performance Ratio



# Les masques

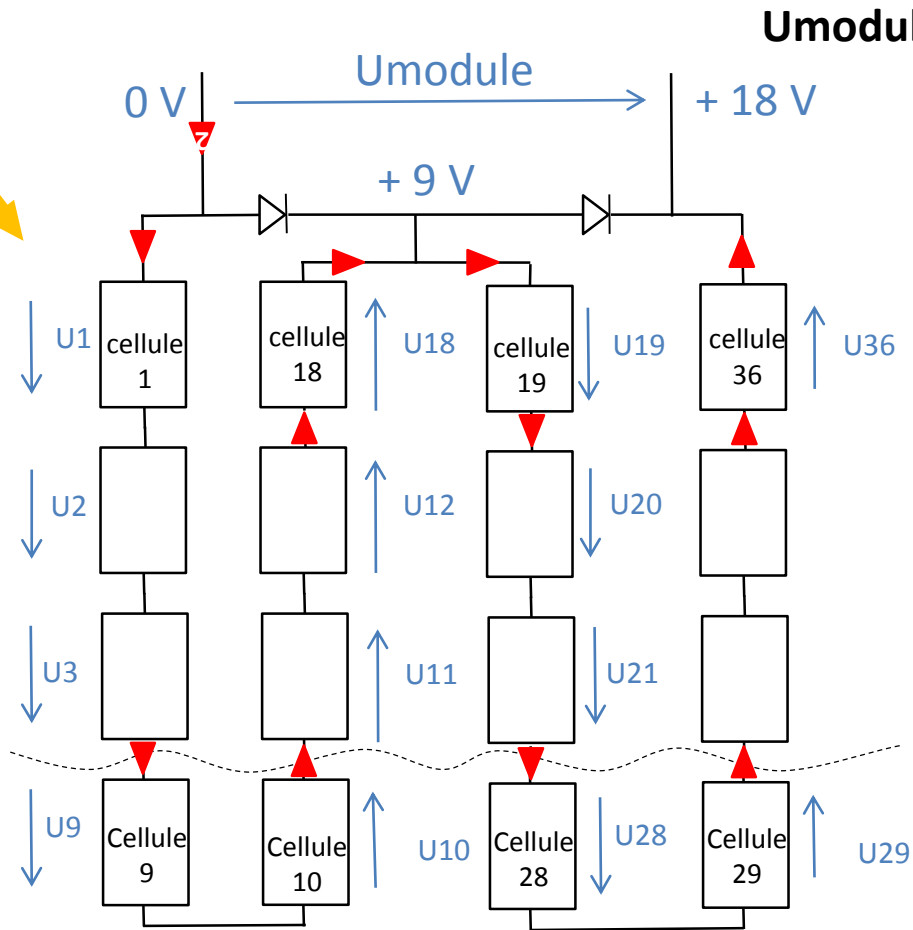
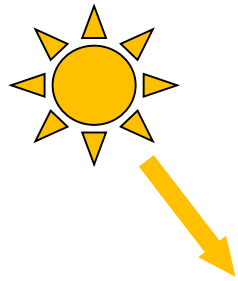
## *Etude de cas : perte de production énergétique*

- 9,7 % de pertes dues aux masques (3050 au lieu de 3378 kWh/an)
- Pertes substantielles en hiver

**Toujours réaliser une étude des masques, avant d'annoncer un productible**

# Les masques

## Effets des masques : Tension réduites ...



$$U_{\text{module}} = \sum U_{\text{cellules module}}$$

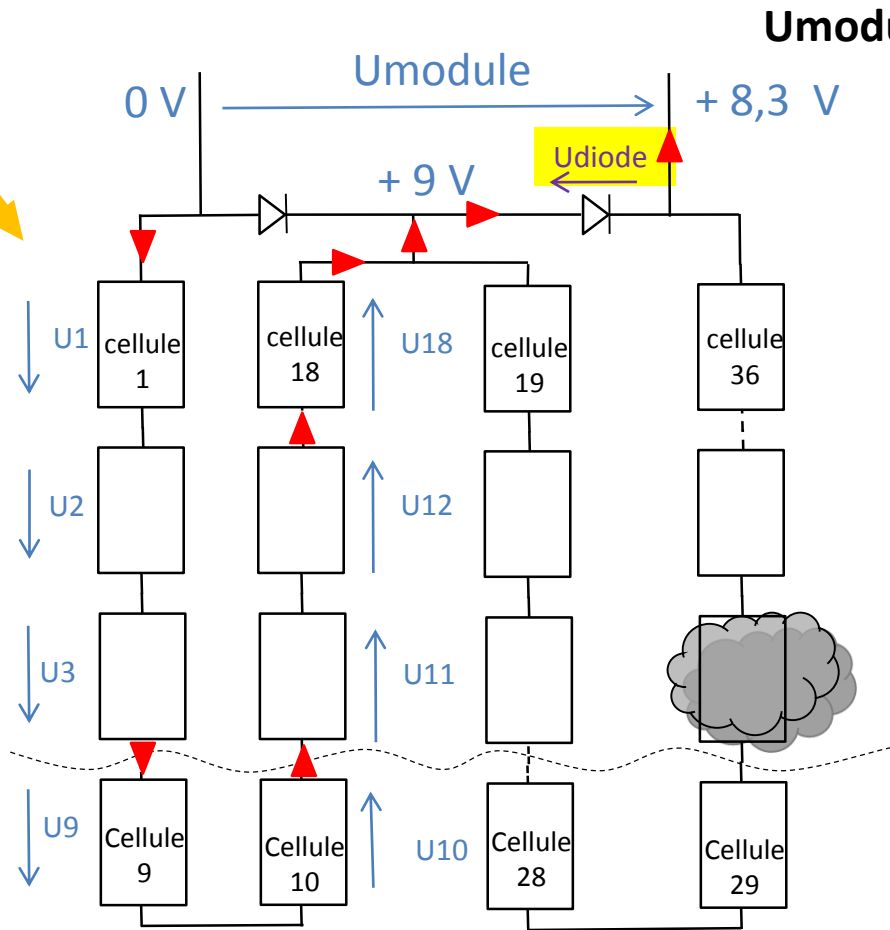
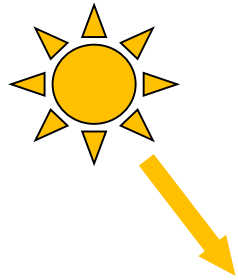
$$= 36 \times U_{\text{cellule}}$$

$$\approx 36 \times 0,5 \text{ V}$$

$$\approx 18 \text{ V}$$

# Les masques

*Effets des masques : Tension réduites sur les chaines, car module masqué*



$$U_{\text{module}} = \Sigma U_{\text{cellules}} \frac{1}{2} \text{ module}$$

– chute de tension diode bypass

$$= 18 \times U_{\text{cellule}} - 0,7$$

$$\approx 18 \times 0,5 - 0,7$$

$$\approx 8,3 \text{ V}$$

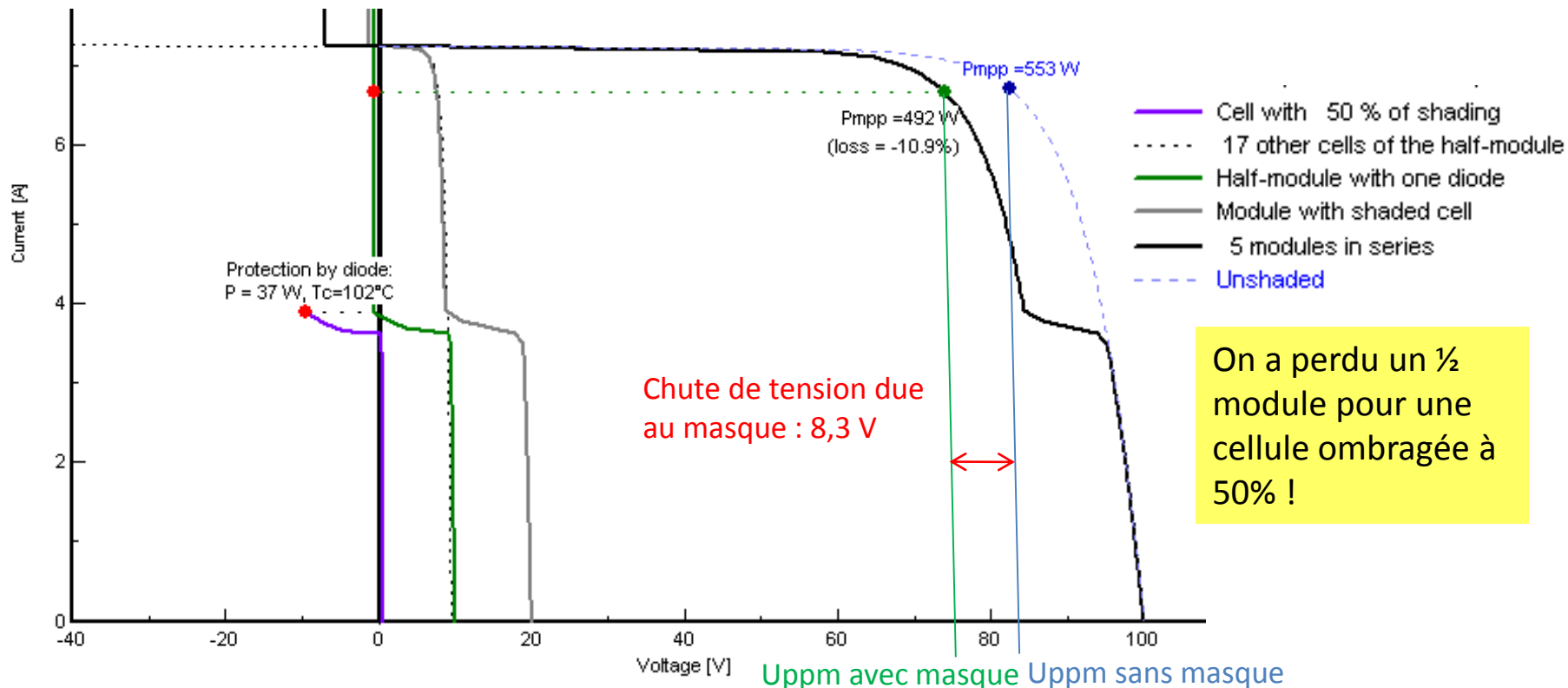
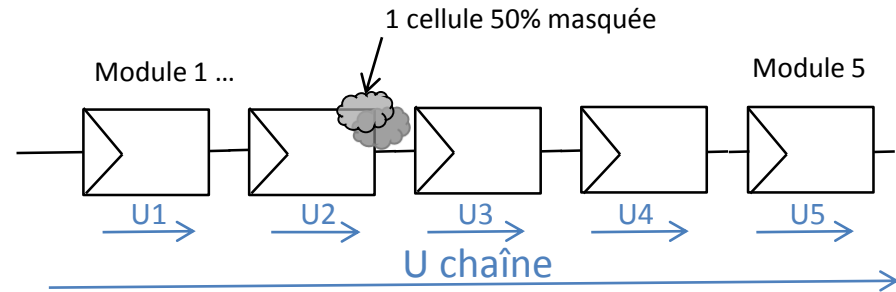
...au lieu de 18 V non masqué



# Les masques

*Tension réduites sur les chaînes : tension aux bornes d'une chaîne masquée*

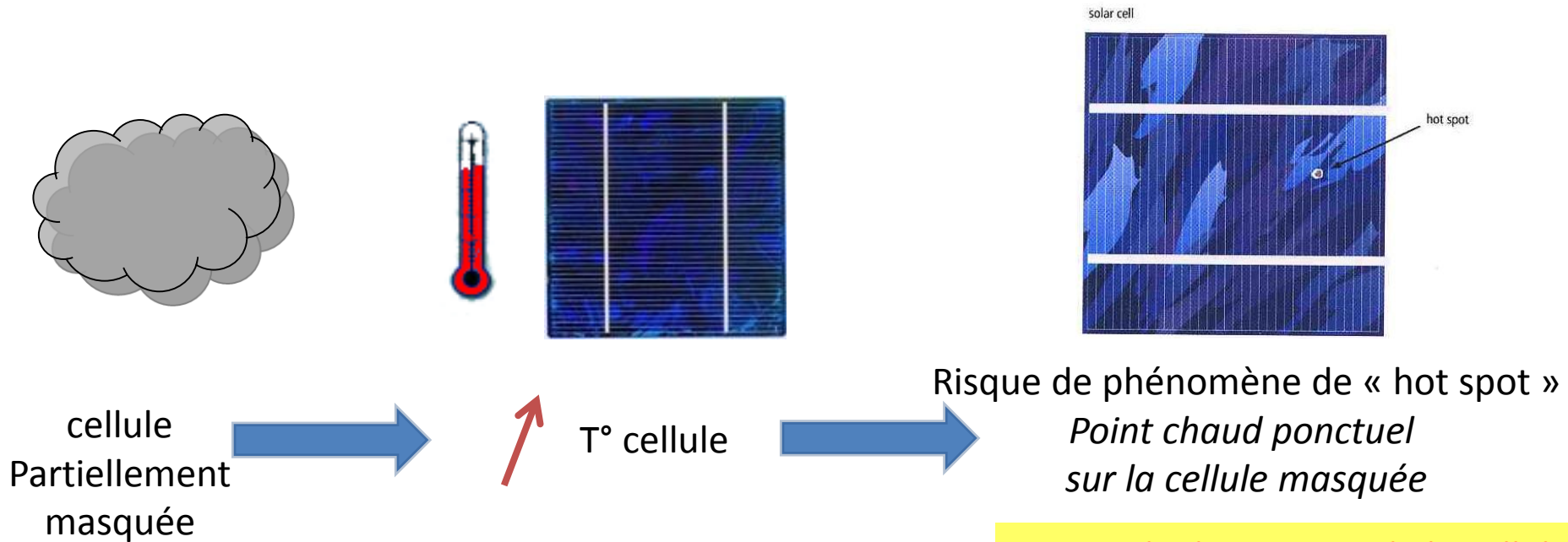
Exemple : 5 modules Photowatt  
BIPV 120 Wc en série



# Les masques

## Possibilités de destruction de cellules « hotspot » et protection

Une cellule masquée est un **récepteur**, qui dissipe de l'énergie sous forme de **chaleur**,

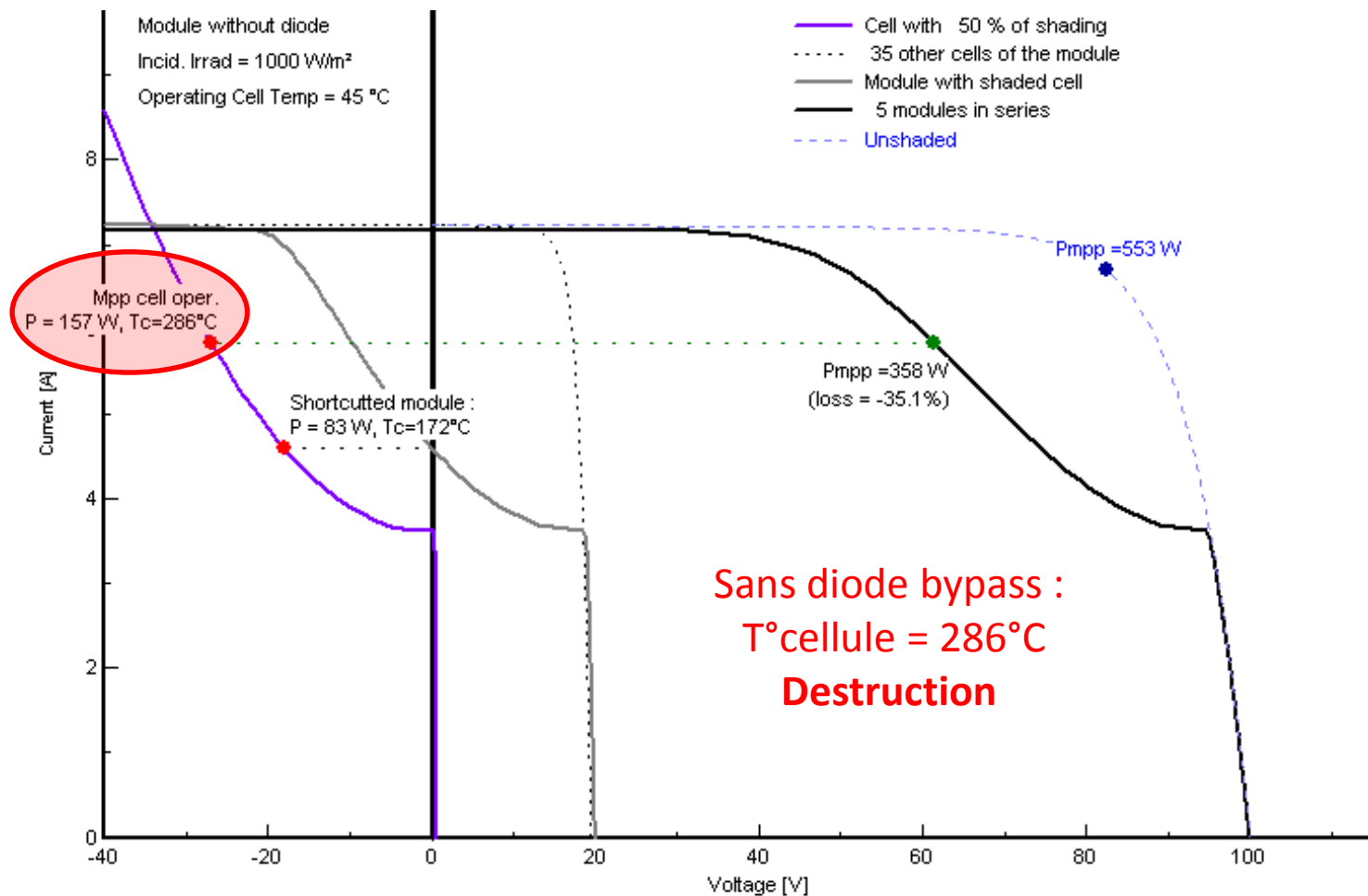


*Risque de destruction de la cellule (selon le point de fonctionnement sur la courbe IV – ex. diode bypass claquée ouverte)*

# Effets des masques

*Possibilités de destruction de cellules « hot spot » et protection*

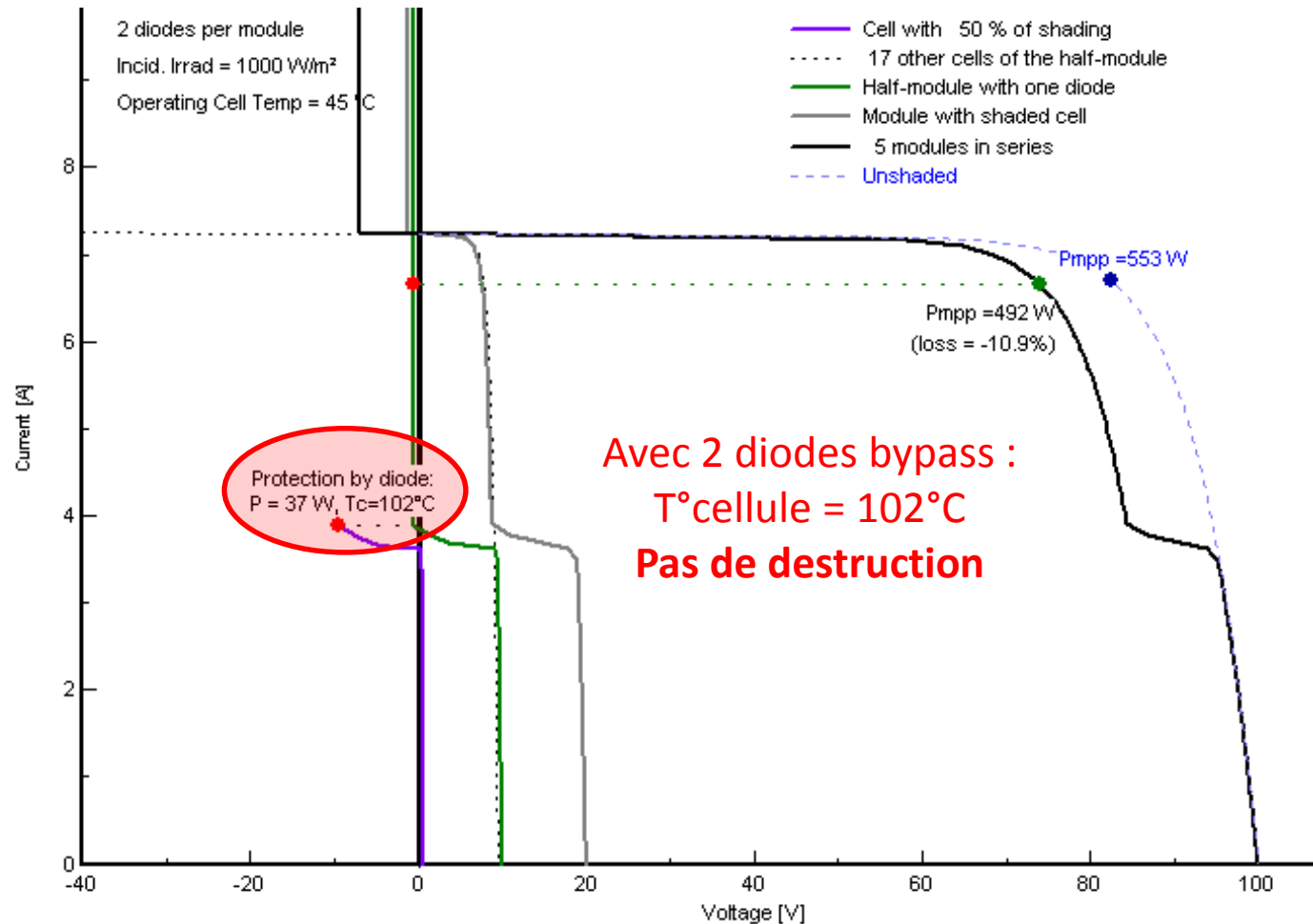
**Sans diode bypass** : ex 5 modules PW BIPV en série



# Les masques

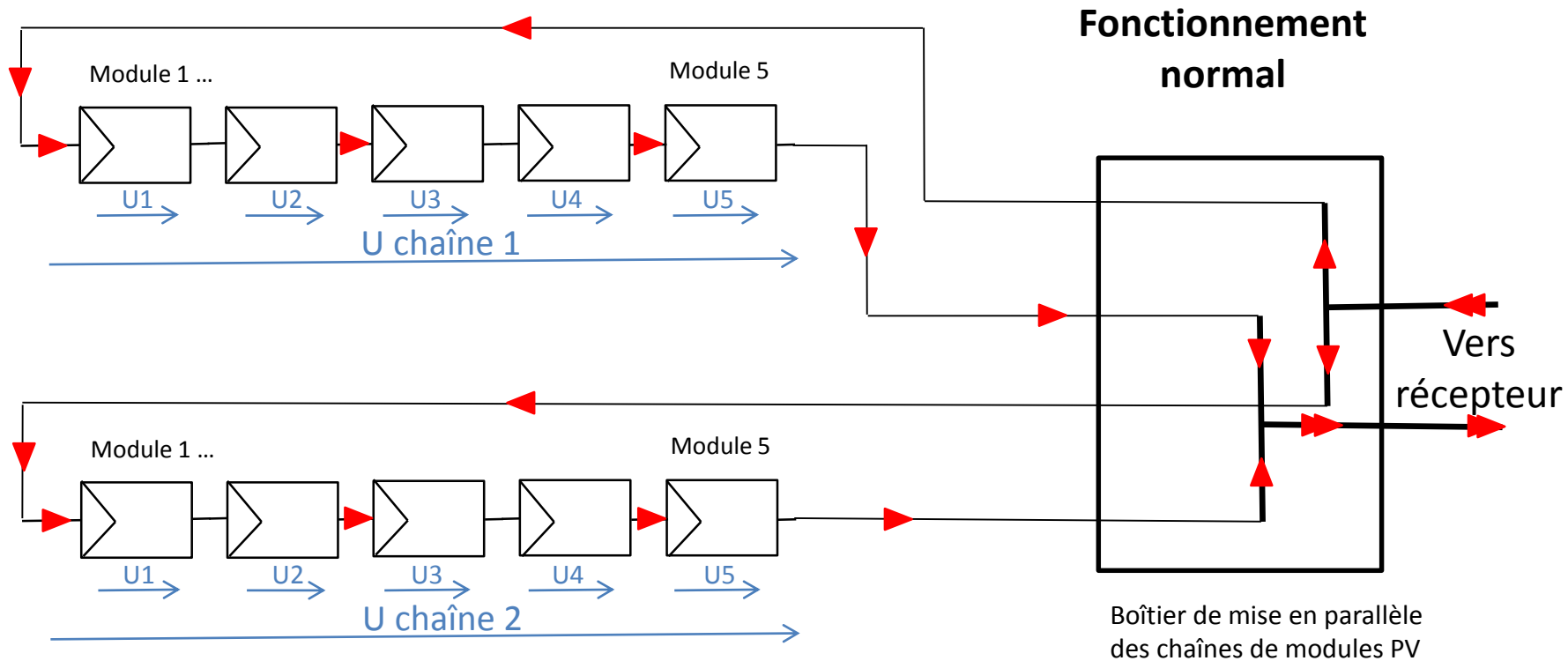
## Possibilités de destruction de cellules « hot spot » et protection

Protection par les diodes bypass : ex 5 modules PW BIPV en série



# Les masques

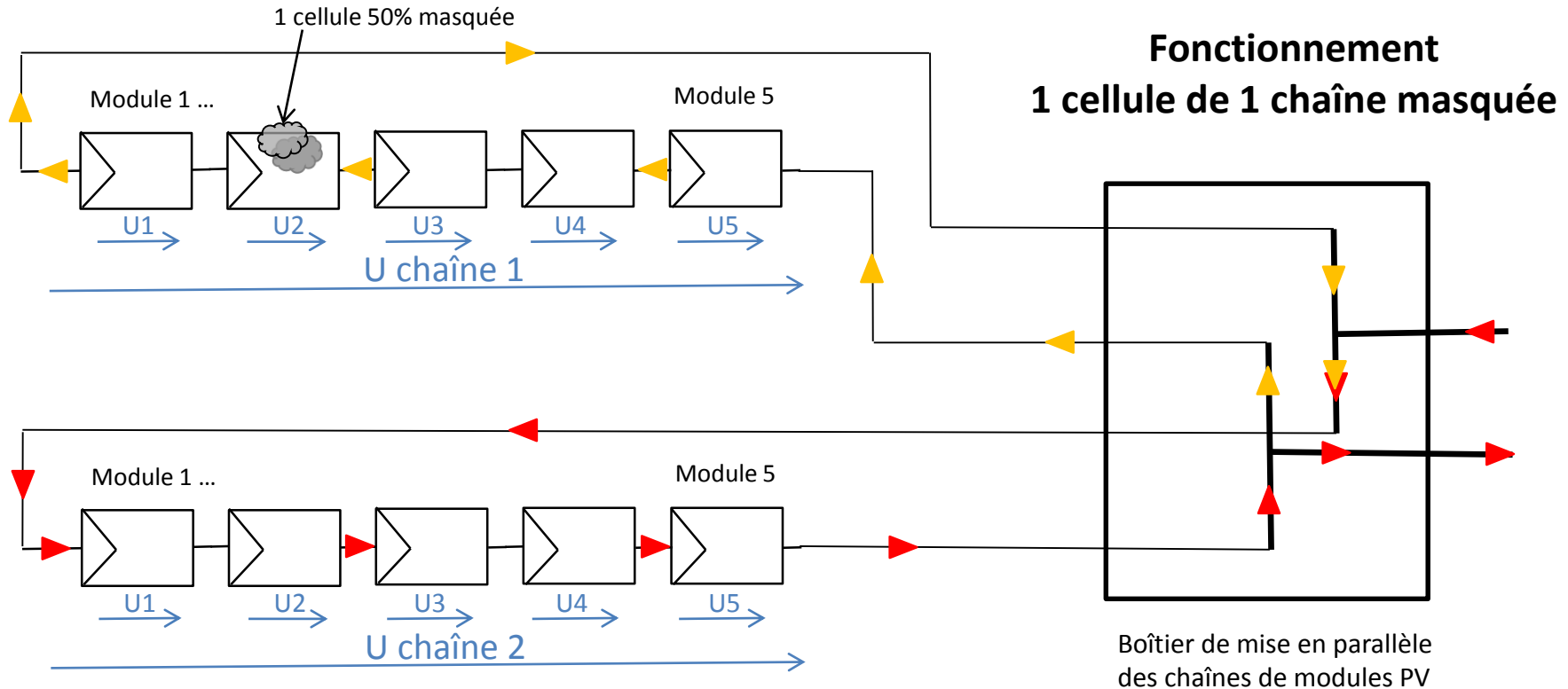
## *Courant inverse dans une chaîne PV : IRM*



U chaîne 1 = U chaîne 2 :  
les deux chaînes débitent vers le récepteur

# Les masques

## Courant inverse dans une chaîne PV : IRM

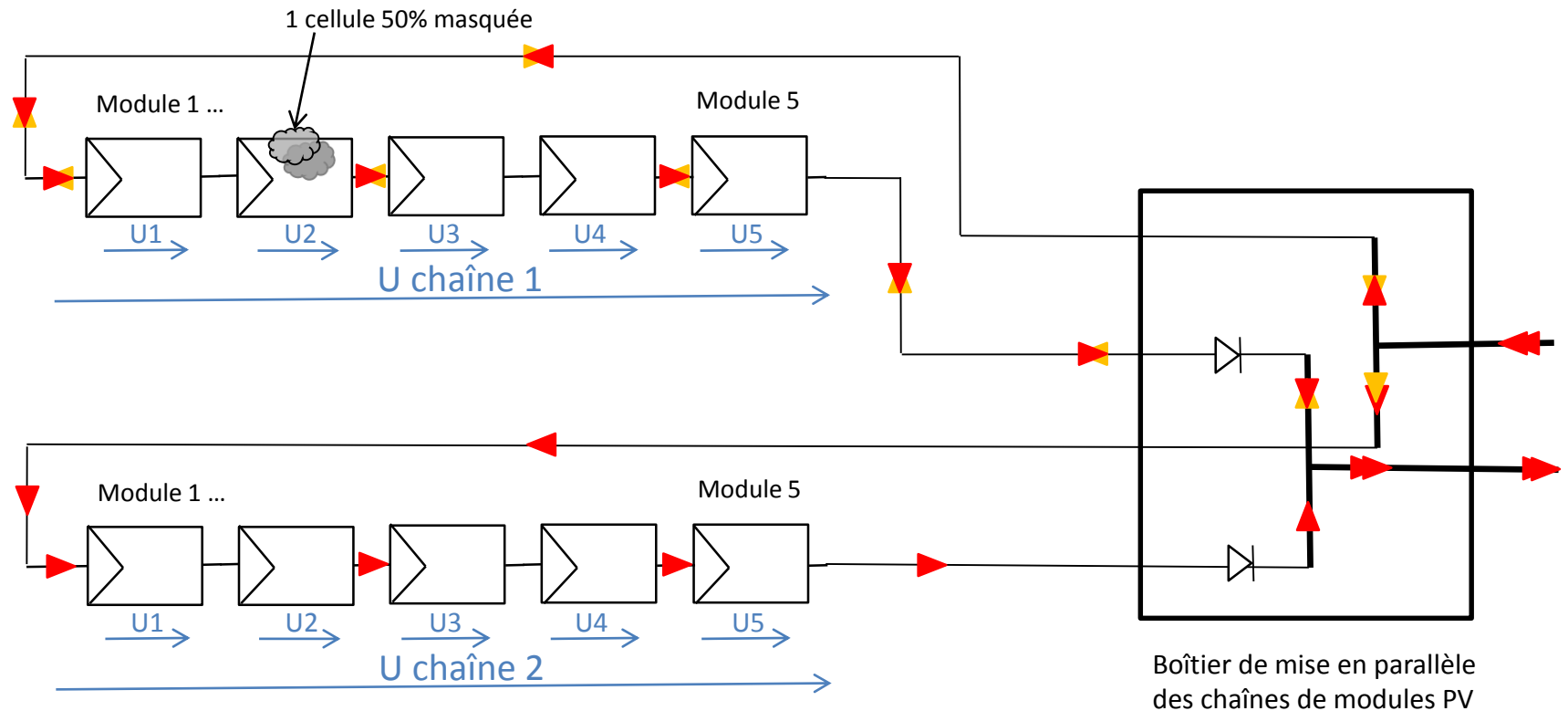


**$U$  chaîne 2 >  $U$  chaîne 1**

La chaîne la plus forte (non masquée) peut débiter vers la chaîne la plus faible (masquée)  
surtout dans le cas où le récepteur (onduleur) est hors-service

# Les masques

## Courant inverse dans une chaîne PV : IRM



**Précaution :** Mise en place de protection électrique (fusible) sur chaque chaîne (si courant inverse trop important **dépassant le courant inverse admissible** dans les modules)

# Les masques

## Résumé

- **On installe les modules PV uniquement au soleil !**
  - **On en mets moins, mais toujours au soleil**
- Nécessité impérative d'évaluer les masques éventuelles pour évaluer ses conséquences
- Un masque significatif (plus de 10% de pertes d'énergie et au cours des heures de fort ensoleillement) doit conduire à chercher une autre source d'énergie que le solaire photovoltaïque ou à réduire la surface de modules en toiture, afin d'éviter tout ombrage
- Les masques conduisent toujours :
  - À une perte de productible
  - A une mise en danger du matériel (des biens) : diodes by-pass avec ombrage systémique (et non occasionnelles)



# Les masques

## *Résumé : Conséquences sur les réceptions*

- Etre très vigilant si ombrage (obstacles ou inter-modules)
- Vérifier l'importance des ombrages (avec relevés de masques)
- Vérifier le calepinage électrique (déplacement de l'ombre)
- Vérifier la présence des protections électriques (fusibles DC si plus de 3 chaines)
- **On peut demander à faire :**
  - **déplacer le champ ou une partie du champ PV (fortement conseillé), ou déplacer une antenne, etc...**
  - **Revoir le calepinage électrique**

# Les masques

## *Sources et références*

- Alliance Soleil
- Planning & installing Photovoltaic systems, earthscan
- Logiciel Pvsyst
  
- **....et du bon sens : on installe des modules au soleil, s'il vous plait!**