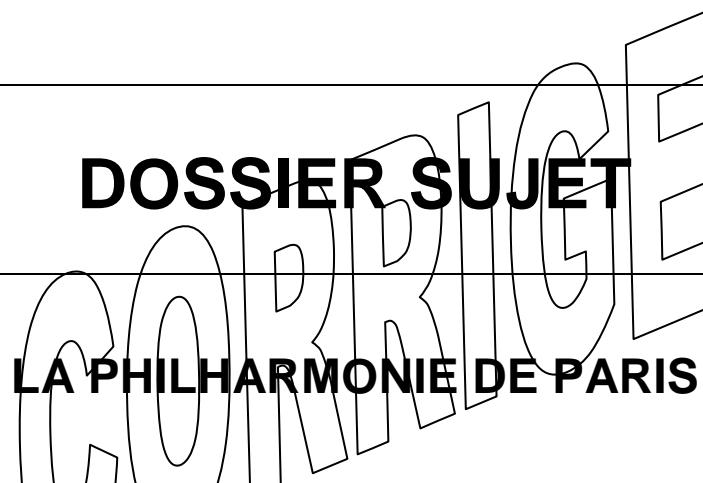


# **CGM**

## **CONCOURS GENERAL DES METIERS**

Section : **BAC PRO MELEC**

**SESSION 2017**



**DUREE 5 H**

CORRIGE

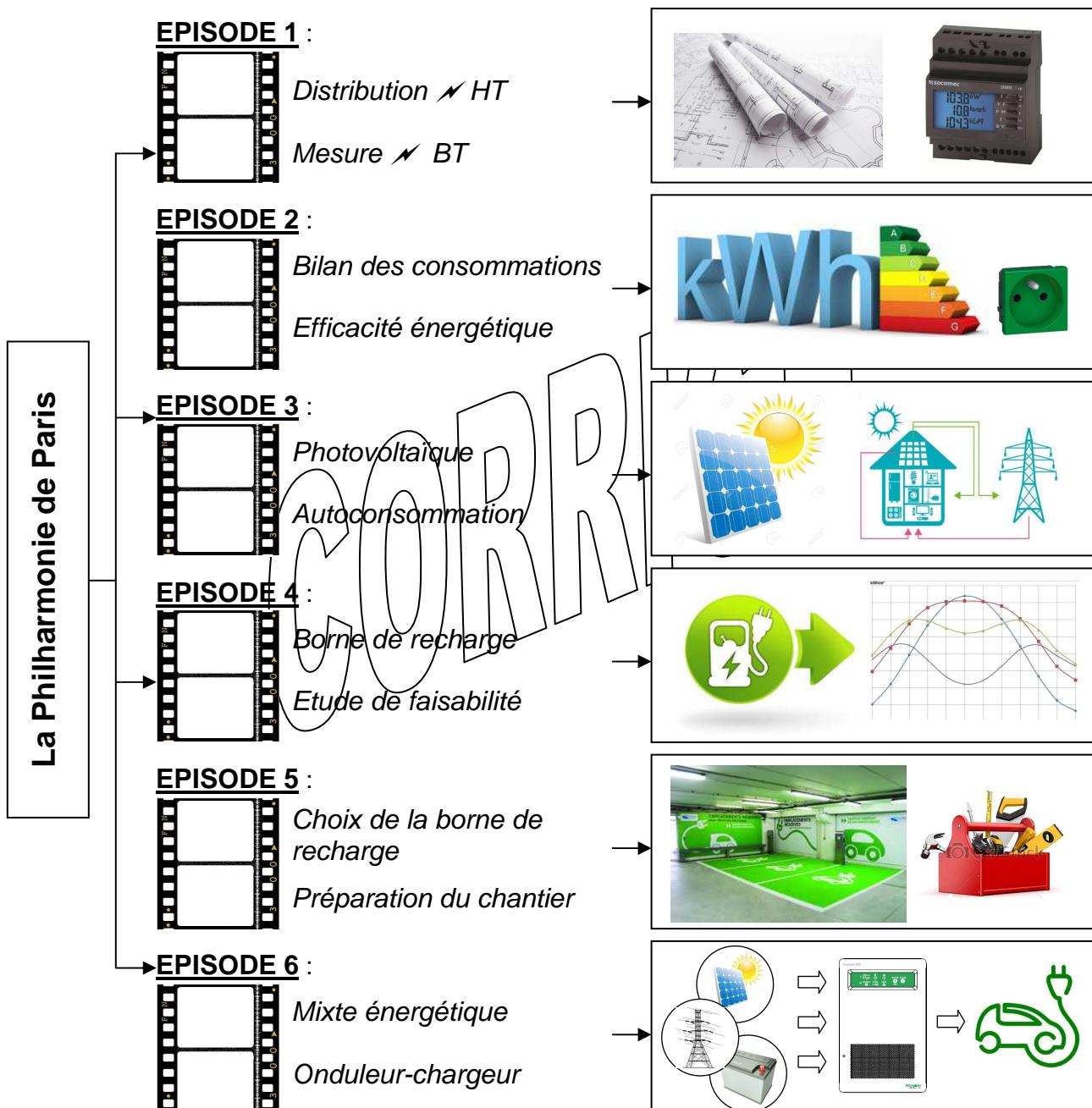
# ORGANISATION DU SUJET

Cette épreuve comporte 2 dossiers : un **DOSSIER SUJET** et un **DOSSIER TECHNIQUE**.

## But de l'épreuve :

Ce concours général des métiers est un concours d'excellence qui vise à distinguer les meilleurs élèves et apprentis de France dans les métiers l'électricité.

## Scénario :

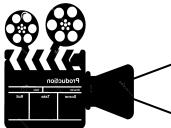


## Conseils aux candidats :

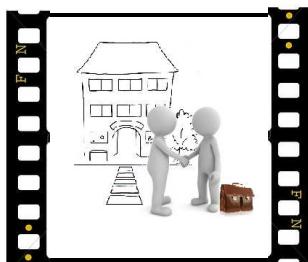
① Les 6 épisodes de ce sujet sont indépendants ; toutefois pour une meilleure compréhension du thème, il est préférable de les traiter dans l'ordre chronologique.

Une lecture attentive de l'ensemble du sujet s'avère nécessaire avant de composer.

Les candidats sont priés de rédiger sur le dossier sujet et de présenter clairement les réponses. La qualité de l'expression et les travaux demandés seront pris en compte dans l'évaluation.



## PRÉAMBULE



Félicitations ! Vous venez d'être embauché !

Après plusieurs entretiens c'est bientôt le grand jour. La Philharmonie de Paris vient de vous recruter au service technique électrique.

Un peu stressé vous voulez faire bonne figure avant le grand jour et vous relisez la page de présentation que vous avez téléchargé...



En 2014, la France se dote enfin d'une salle de concert de niveau mondial avec la l'ouverture de la Philharmonie de Paris.

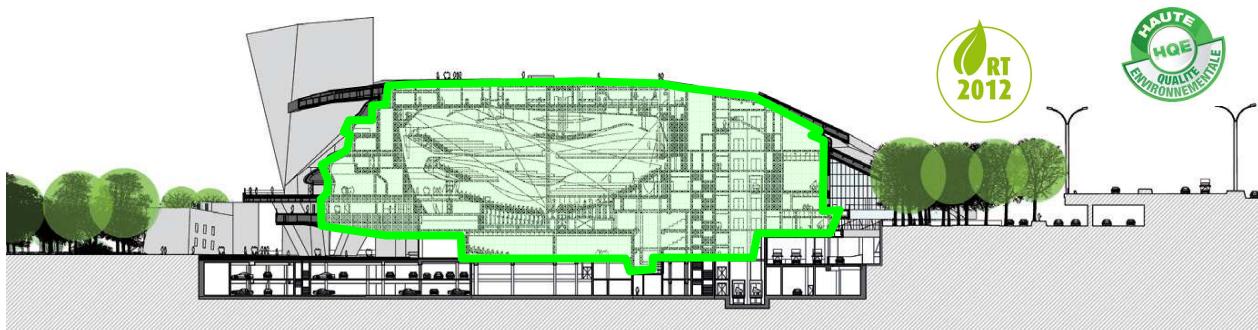
Avec une architecture innovante imaginée par Jean NOUVEL, la Philharmonie de Paris s'est implantée dans le parc de La Villette entre le Zénith et la Cité de la Musique.

Cette salle de concert futuriste de 2400 places en cercle autour de la scène fait en réalité partie d'un ensemble beaucoup plus vaste composé de :

- de salles de répétitions,
- de salles d'enseignements,
- de 1 600 m<sup>2</sup> de bureaux,
- d'un double parking souterrain.



Ce bâtiment moderne a été conçu avec un souci de sobriété énergétique tel qu'il est défini par la RT2012. La Philharmonie de Paris participe à une opération expérimentale pour élaborer de nouvelles normes Haute Qualité Environnementale (HQE).



Ainsi sur 14 postes, 4 cibles ont été réalisées avec un niveau d'exigence très performant :

④ **l'énergie**, ⑤ l'eau, ⑦ l'entretien et la maintenance, ⑨ le confort acoustique.

Avec 1000 m<sup>2</sup> de panneaux photovoltaïques et la récupération des eaux pluviales, l'objectif d'une consommation d'énergie inférieure à 50 kWh/m<sup>2</sup>/an est envisagé.



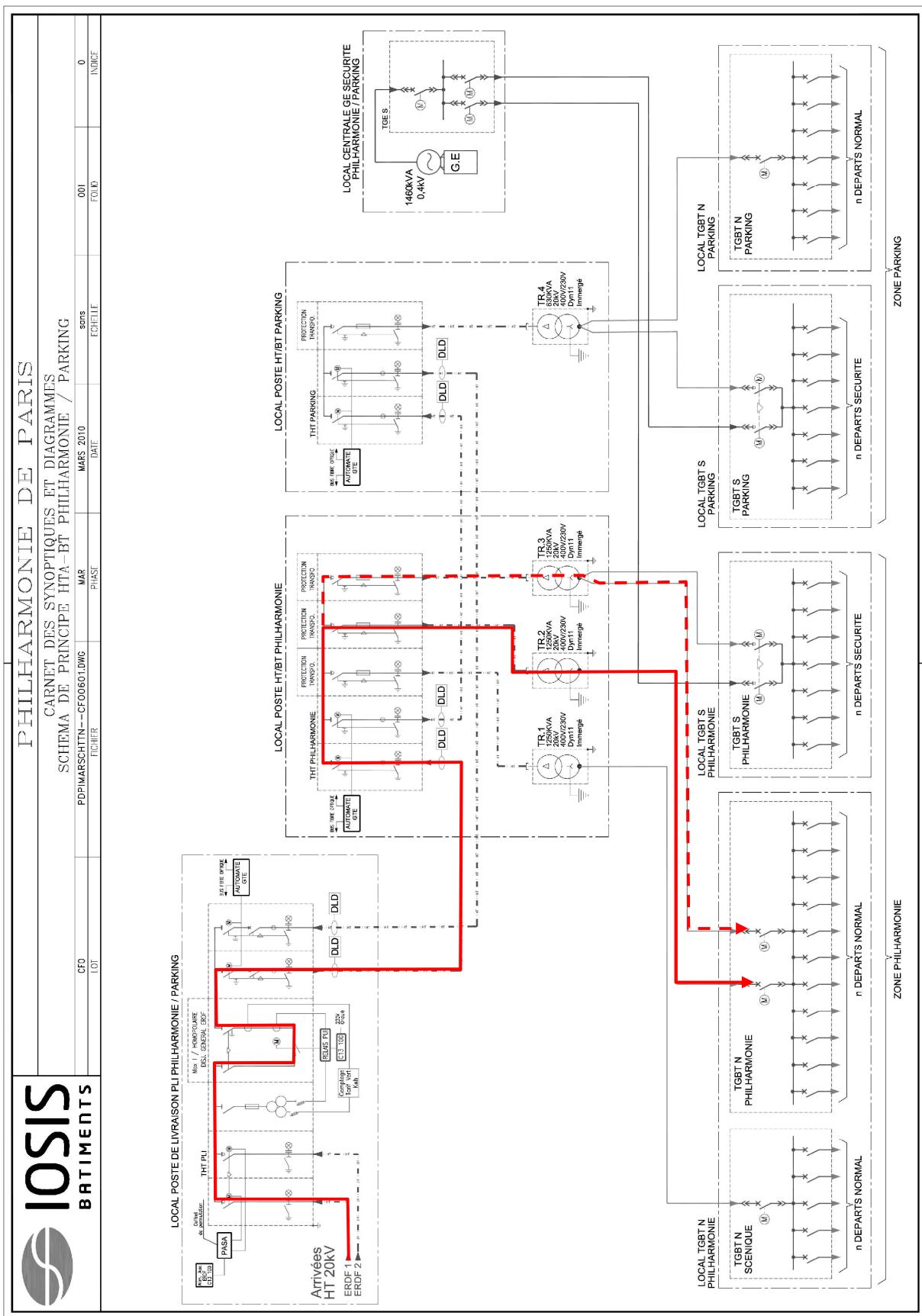


# DOCUMENTATION RESSOURCE

# EPISODE I

Doc 01

Schéma de distribution HTA / BT





## EPISODE I : DISTRIBUTION HT & MESURE ÉLECTRIQUE BT

① Cet épisode est à composer à l'aide de la DT 01.

### A- Premier jour :



Aujourd'hui, c'est votre premier jour au service technique électrique. A votre arrivée, votre chef de service M. LOISEAU vous donne le **Doc 01** : schéma de distribution HTA/BT, afin de vous familiariser avec l'installation. Tâcher de faire bonne impression...

- 1.1 **Donner** la ville, le nom et la fonction du bâtiment où vous vous présentez :

Ville de Paris	La Philharmonie de Paris	Salle de spectacle
----------------	--------------------------	--------------------

- 1.2 **Préciser** le type d'alimentation du poste de livraison Philharmonie / Parking :

Type : Double dérivation	Donner 3 justifications : - 2 arrivées - PASA - verrouillage mécanique sur cellules d'arrivée
--------------------------	--

- 1.3 **Indiquer** la tension d'alimentation du bâtiment et son domaine de tension :

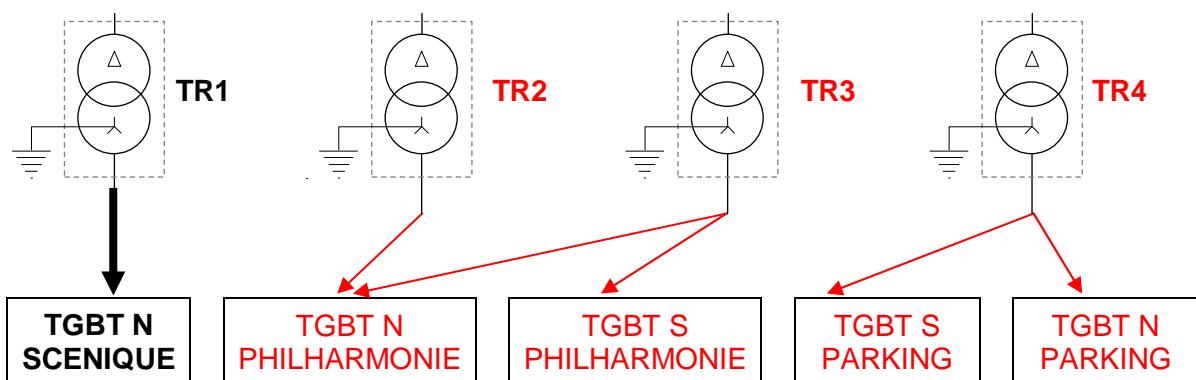
Arrivées en 20 kV~	1 000 V~ < HTA < 50 000 V~
--------------------	----------------------------

- 1.4 **Identifier** le symbole suivant et **préciser** son rôle :

 G.E	<b>Symbol du groupe électrogène et de son alternateur.</b>  <b>En cas de coupure électrique sur les arrivées erdf1 et erdf2, le groupe électrogène GE se met en marche et maintient l'électricité sur les <u>TGBT S Philharmonie</u> et <u>TGBT S Parking</u></b>
--	---

- 1.5 **Définir** le terme TGBT et **associer** chaque transformateur à son (ou ses) TGBT :

<b>TGBT : Tableau Général Basse Tension</b>
---



- 1.6 Les 1600 m<sup>2</sup> de bureaux de l'administration de la Philharmonie sont alimentées par le TGBT N-Philharmonie, **tracer** sur le **Doc 01** le parcours du courant de ERDF1 jusqu'au TGBT :

## B- Première intervention :

La Philharmonie est un bâtiment HQE (Haute Qualité Environnementale) répondant aux exigences de la RT2012. Un des enjeux est de maîtriser l'énergie électrique consommée par le bâtiment.



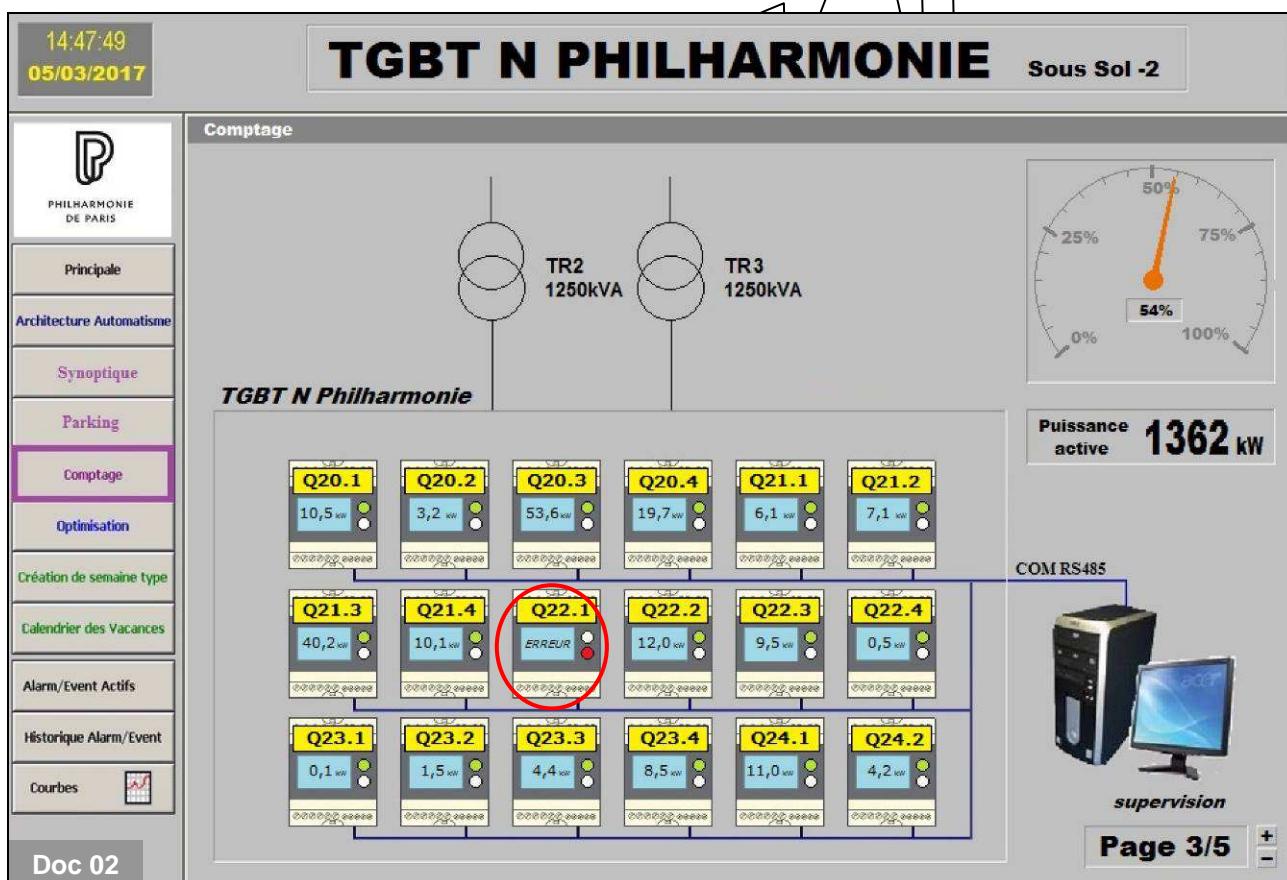
Il en résulte la mise en place de compteur sur tous les départs des TGBT afin de connaître à tout instant la consommation des récepteurs installés dans le bâtiment.

La supervision permet de visualiser l'ensemble des mesures sur un poste informatique. Aujourd'hui, avec votre collègue vous passez en revue la supervision de la Philharmonie...

- 1.7 Préciser la raison pour laquelle il faut réaliser les mesures de consommation :

La mesure permet de connaître la consommation réelle et de détecter une surconsommation ou un départ défectueux.

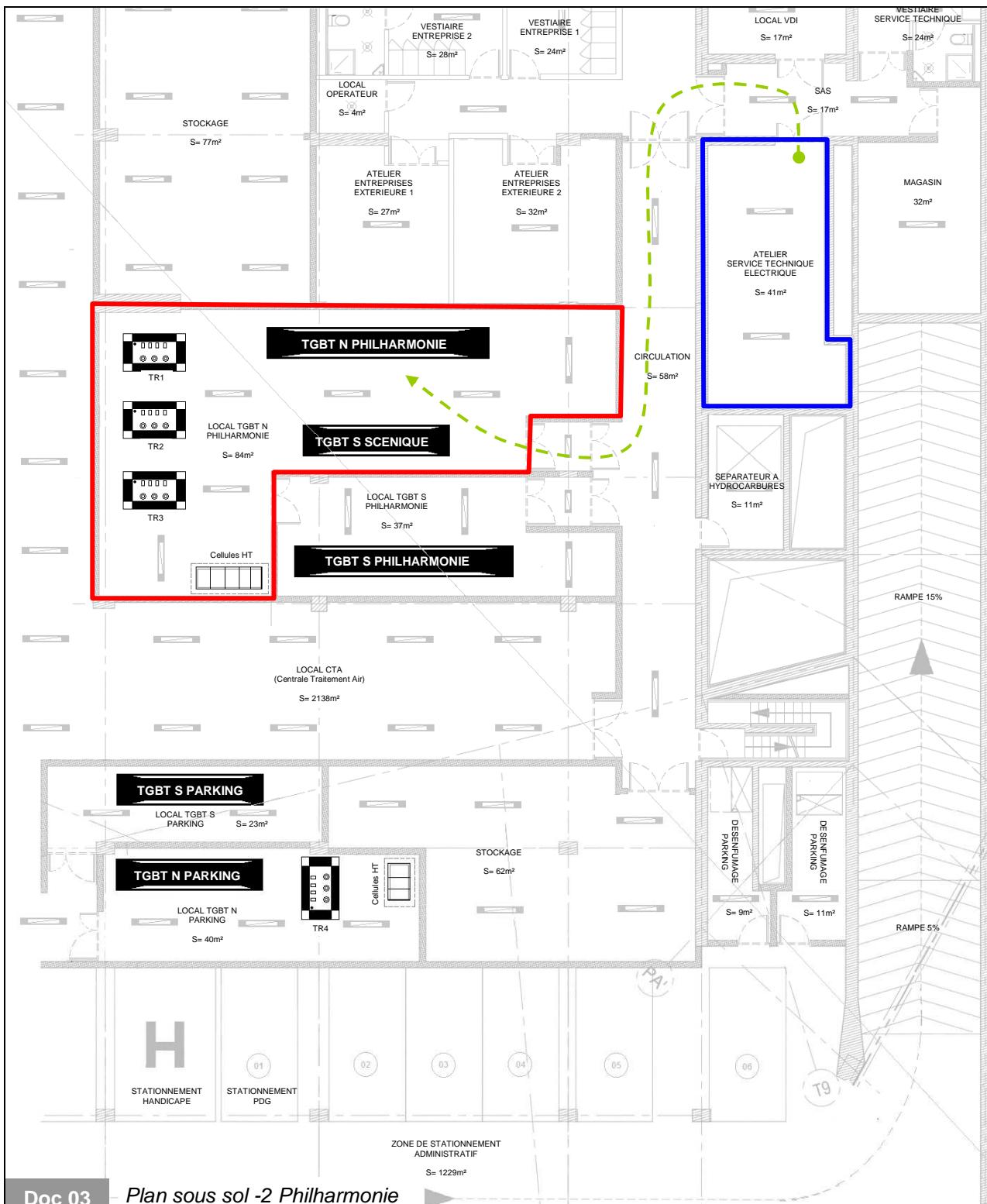
En faisant défiler la supervision vous décelez une anomalie...



- 1.8 Sur le **Doc 02** : supervision, entourer le compteur en défaut et renseigner les informations utiles pour le localiser :

Son repère : <b>Compteur Q22.1</b>	Son TGBT : <b>TGBT N Philharmonie</b>	Son étage : <b>Sous Sol -2</b>
---------------------------------------	--	-----------------------------------

- 1.9 Sur le **Doc 03** : *plan Sous Sol -2, entourer* le local TGBT N Philharmonie,
- 1.10 Le prestataire de sécurité du site vous demande de déclarer votre déplacement ; **flécher** l'itinéraire à parcourir entre votre atelier et le local TGBT visé :



- 1.11 **Lister** les appareils électriques de distribution présents dans le local TGBT N Philharmonie et **préciser** leurs quantités :

5x Cellules HT  
 3x transformateurs HT/BT (TR1, TR2, TR3)  
 2x TGBT : TGBT N Philharmonie et TGBT N Scénique

Avant d'entrer dans le local TGBT, vous demandez à votre collègue de vous présenter sa carte d'habilitation Doc 04 :

Nom : LE BRUN Serwan		Employeur : La philharmonie de Paris		Doc 04
Fonction : Electricien		Affectation : Service technique électrique		
Personnel	Symbole d'habilitation	Champ d'application		
		Domaine de tension	Ouvrages concernés	Remarques
Non électricien habilité	H0	HTA	Toutes installations	
Exécutant électricien				
Chargé de travaux ou d'intervention				
Chargé de consignation	BR	BT	Toutes installations	Sauf TGBT N Scénique
Habilités spéciaux	BC	BT	Toutes installations	Sauf TGBT S Philharmonie Sauf TGBT S Parking
Signature du titulaire :	Pour l'employeur : M. LOISEAU	Date : 1 mars 2017		
	Fonction : chef de service	Validité 31 décembre 2017		
	Signature :			

1.12 Vérifier si sa carte d'habilitation lui permet d'accéder au local, justifier votre réponse :

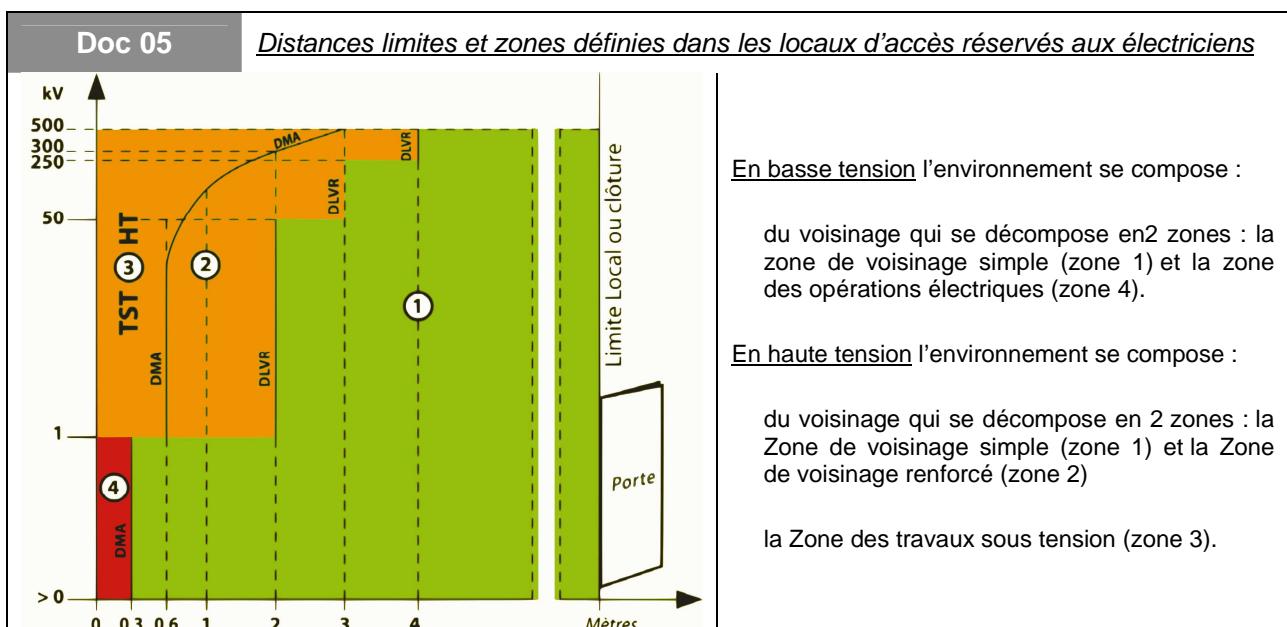
Pour entrer dans le local avec des cellules HT il faut :

- un titre H0 minimum -----> ok
- la signature du chef -----> pb
- date de validité en cours --> ok

Il faut donc faire signer le titre d'habilitation par le responsable M. LOISEAU

1.13 Pour pouvoir intervenir sur le compteur défectueux, indiquer la distance minimale à laquelle vous devez vous trouver des cellules HT sachant que vous êtes habilité H0 et B2V :

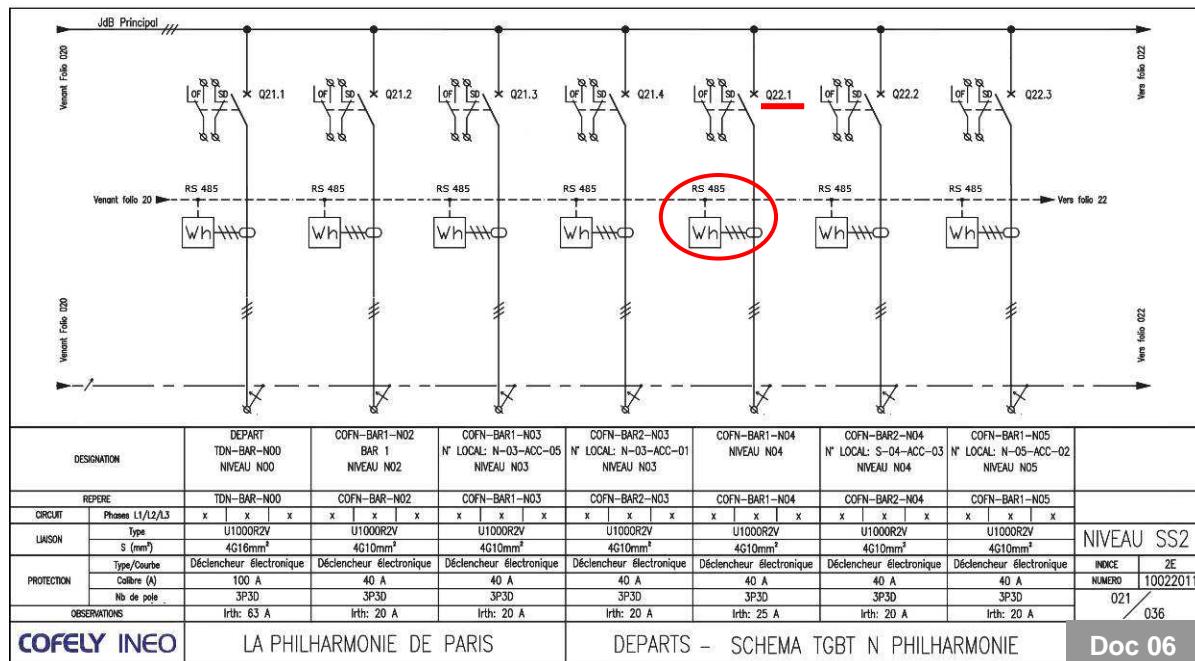
Le compteur étant dans le TGBT, vous pouvez intervenir (B2V), mais il faut veiller à rester à plus de 2m des cellules HT.



Voilà, tout est conforme, vous entrez dans le local TGBT N Philharmonie en compagnie de votre collègue : M. LE BRUN, pour inspecter le compteur défectueux (**Doc 02**).

- 1.14 Avec le **Doc 06** : départs présent dans le TGBT, entourer le compteur défaillant et donner les caractéristiques de la protection à consigner :

Repère appareil	Appareil	Calibre	Nb de pôles
Q22.1	disjoncteur	40A	tripolaire



- 1.15 Indiquer les opérations pour consigner la protection et préciser la tâche réalisée :

Opérations	Tâches réalisées
Séparer	Ouvrir Q22.1
Condamner	Mettre un cadenas sur Q22.1
Identifier	Vérifier sur le schéma que Q22.1 protège le compteur HS
VAT	Vérifier l'Absence de Tension en aval de Q22.1 au VAT

Maintenant que la sécurité est assurée, vous inspectez le compteur défectueux. Une trace noire sur l'appareil et une odeur « de brûlé » vous confirme que le compteur est à remplacer...

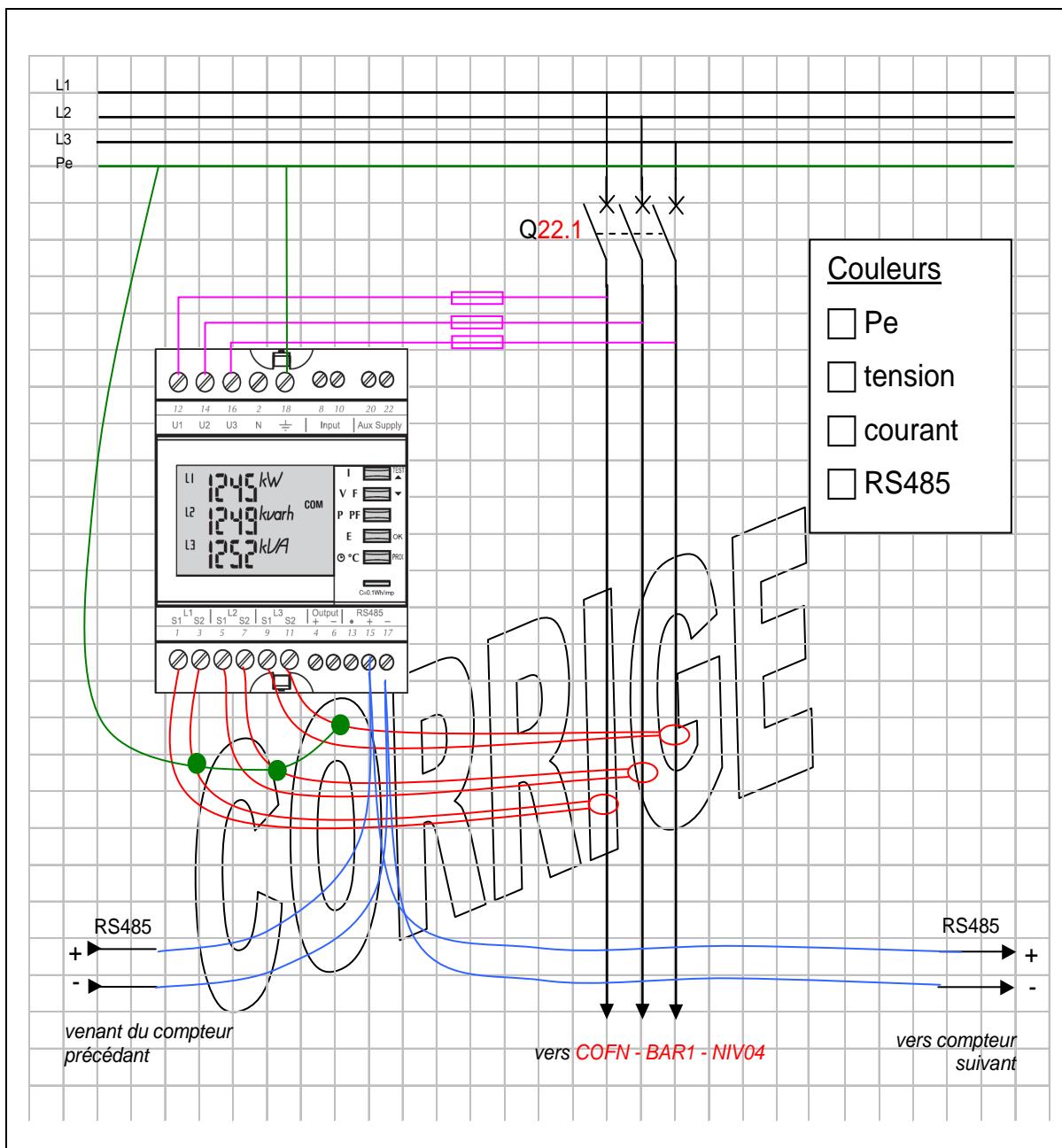
- 1.16 Vous observez aussi que ses bornes RS485 sont raccordées, expliquer pourquoi :

Cette liaison par bus RS485 permet au compteur de communiquer et d'apparaître sur la supervision

- 1.17 En stock nous disposons d'appareils de marque Socomec type DRIS A10, choisir la référence de l'appareil à installer :

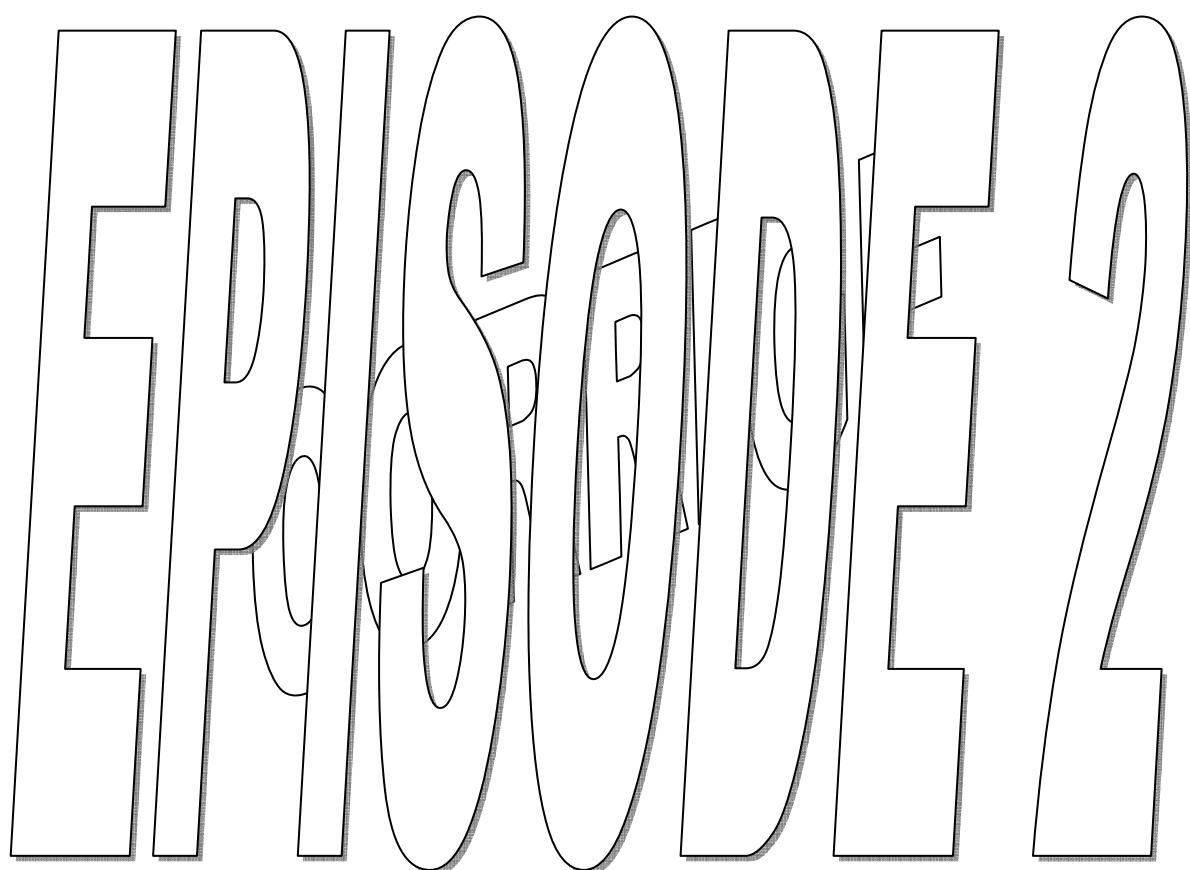
Centrale de mesure DIRIS A10 Réf : 4825 0011	Justifications : - compteur DIRIS A10 de marque Socomec - compteur communicant par bus RS485
--	--

- 1.18 Compléter le schéma de câblage du nouveau compteur en utilisant 4 couleurs :  
 ① le départ mesuré n'est pas équilibré.



- 1.19 Après déconsignation et remise en fonctionnement, le compteur indique *Err 5*, identifier le problème et proposer une solution :

<i>Identification :</i> <b>Err 5 : inversion en tension entre V2 et V3</b>	<i>Solution :</i> <b>Il faut inverser manuellement les phases 2 et 3 (bornes 14 et 16)</b>
---	---



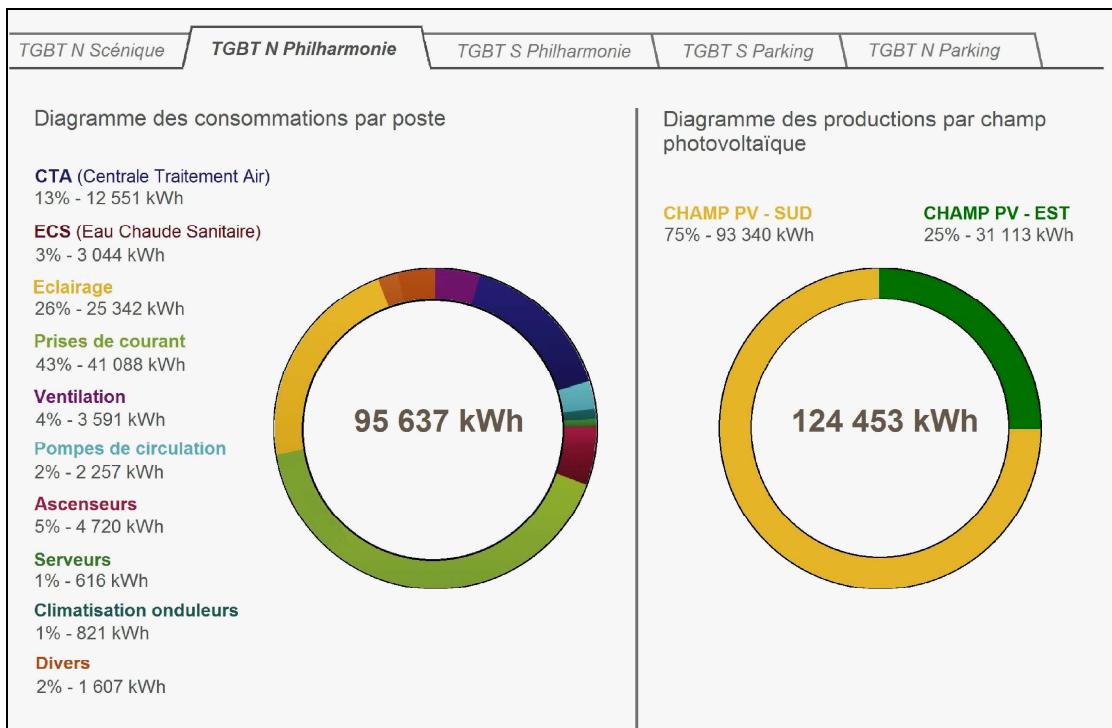
## DOCUMENTATION RESSOURCE

## EPISODE 2

### Doc 07

#### Bilan annuel 2016 du TGBT N Philharmonie (consommations & production)

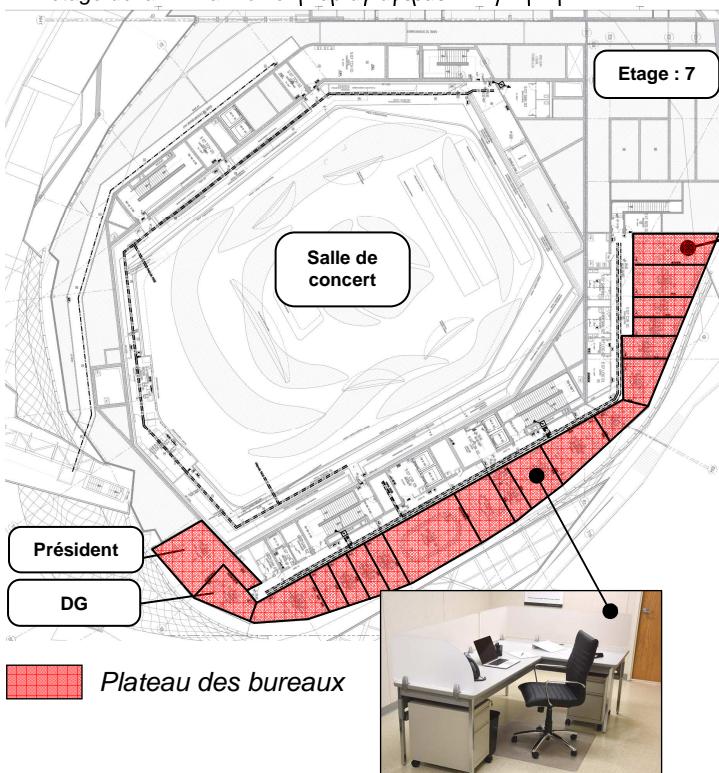
La Philharmonie de Paris est un bâtiment tertiaire HQE (Haute Qualité Energétique) ayant un niveau d'exigence très performant sur l'énergétique.  
Pour ces raisons, il est possible de connaître les consommations annuelle (en kWh).



### Doc 08

#### Répartition des bureaux de la Philharmonie

7<sup>ème</sup> étage de la Philharmonie - Vue de dessus



#### Répartition des bureaux de la Philharmonie

Etage	Bureaux	Postes de travail
00	9	9
00bis	30	40
1 <sup>er</sup>	27	46
2 <sup>ème</sup>	6	14
3 <sup>ème</sup>	2	2
4 <sup>ème</sup>	0	0
5 <sup>ème</sup>	0	0
6 <sup>ème</sup>	11	28
7 <sup>ème</sup>	19	30
8 <sup>ème</sup>	0	0

1 poste par bureau



## EPISODE 2 : BILAN DES CONSOMMATIONS & EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

① Cet épisode est à composer à l'aide de la des DT 02 à 04.



Afin de maintenir la haute qualité énergétique du bâtiment Philharmonie, les postes de consommation sont relevés annuellement.

Aujourd'hui, c'est à vous que l'on confie cette tâche...

### A- Relevé des consommations :

- 2.1 A la lecture du **Doc 07** : bilan annuel 2016 du TGBT N Philharmonie, identifier les 3 postes les plus énergivores :

Prises de courant (43%)	Eclairage (26%)	CTA (13%)
----------------------------	--------------------	--------------

- 2.2 Relever la consommation annuelle des postes raccordés au TGBT N Philharmonie : Vérifier s'ils répondent aux estimations HQE du bureau d'étude :

Relevés des consommations au TGBT N Philharmonie :

Postes du TGBT N Philharmonie	Consommations annuelles		Estimations HQE	Conformité HQE	
	en kWh	en kWh		C	NC
Ventilation	3 591	3 600		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eclairage	25 342	25 176		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Climatisation (CTA)	12 551	12 750		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prises de Courant	41 088	25 445		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
ECS	3 044	3 050		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ascenseurs	4 720	4 653		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Les autres postes	5 301	5 320		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- 2.3 Etablir la liste des non conformités HQE issues du TGBT N Philharmonie :

Poste NC	Différence		Justification possible
	en kWh	en %	
Eclairage	+166	+0,7%	Légère surconsommation due à des lampes non coupées le soir.
Prises de Courant	+15 643	+62%	Grosse surconsommation due à des appareils de forte puissance branchés sur les PC.
Ascenseurs	+63	+1,4%	Légère surconsommation due à une sur utilisation des ascenseurs.

## **B- Solution pour économiser de l'énergie :**

Un audit interne a permis de découvrir que des convecteurs électriques d'appoint portatif ont été utilisés durant l'hiver, de jour comme de nuit...

Dans le but de limiter cette surconsommation, votre chef de service M. LOISEAU, vous envoie un e-mail **Doc 09** « information constructeur »....



Prise verte de marque LEGRAND  
Expéditeur : M. LOISEAU - Chef du service Technique - Philharmonie de Paris  
À : Service technique - Philharmonie de Paris  
Cc :  
DE LA LÉGENDE NAIT L'INNOVATION LES SOLUTIONS PRISES & RÉSEAU  
PROGRAMME MOSAÏC™  
LA PRISE VERTE, POUR ALIMENTER LES POSTES SEULEMENT AUX HEURES DE PRÉSENCE  
Pour économiser jusqu'à 25% de la consommation des circuits prises, utiliser des prises vertes reliées à un inter horaire, elles ne délivrent le courant qu'aux heures programmées.  
inter horaire  
**legrand**

2.4 **Préciser** en quoi cette solution peut participer à faire des économies d'énergie :

Les prises vertes sont reliées à un inter-horaire. Elles ne délivrent le courant que sur les heures de présence des occupants. Le reste du temps, elles sont hors tension, donc aucune consommation !

Après 15 jours au service technique, on vous confie votre première mission en autonomie. Vous allez installer la solution "prise verte" sur l'ensemble des bureaux du 7ème étage **Doc 08** !

2.5 Un bloc nourrice composé de 4 prises (2 vertes + 2 blanches) sera implanté sous chaque poste de travail.

**Donner** la référence, l'intensité max. et le nombre de blocs nourrices à prévoir :

Référence	Intensité maximale	Nombre de blocs nourrices
0 534 92	I1 = 16 A	30 postes de W = 30 blocs nourrices

2.6 **Identifier** la protection amont d'un bloc nourrice et **donner** ses caractéristiques :

<input type="checkbox"/> Sectionneur	<input type="checkbox"/> Disjoncteur	Caractéristiques :
<input checked="" type="checkbox"/> Disjoncteur différentiel	<input type="checkbox"/> Contacteur	I <sub>n</sub> = 16A type AC I <sub>Δn</sub> =30mA Uni+N

2.7 L'inter horaire qui pilote les prises vertes est implanté dans le coffret divisionnaire de l'étage. Il possède deux contacts de sortie au lieu d'un ; **indiquer** pourquoi cette solution est rentable pour l'exploitant :

Cela permet de diviser par deux le nombre d'inter-horaire à acheter

- 2.8 Un contact de commande de l'inter horaire supporte 16A ; **calculer** le nombre d'inter-horaire à installer. En **déduire** le nombre de disjoncteurs

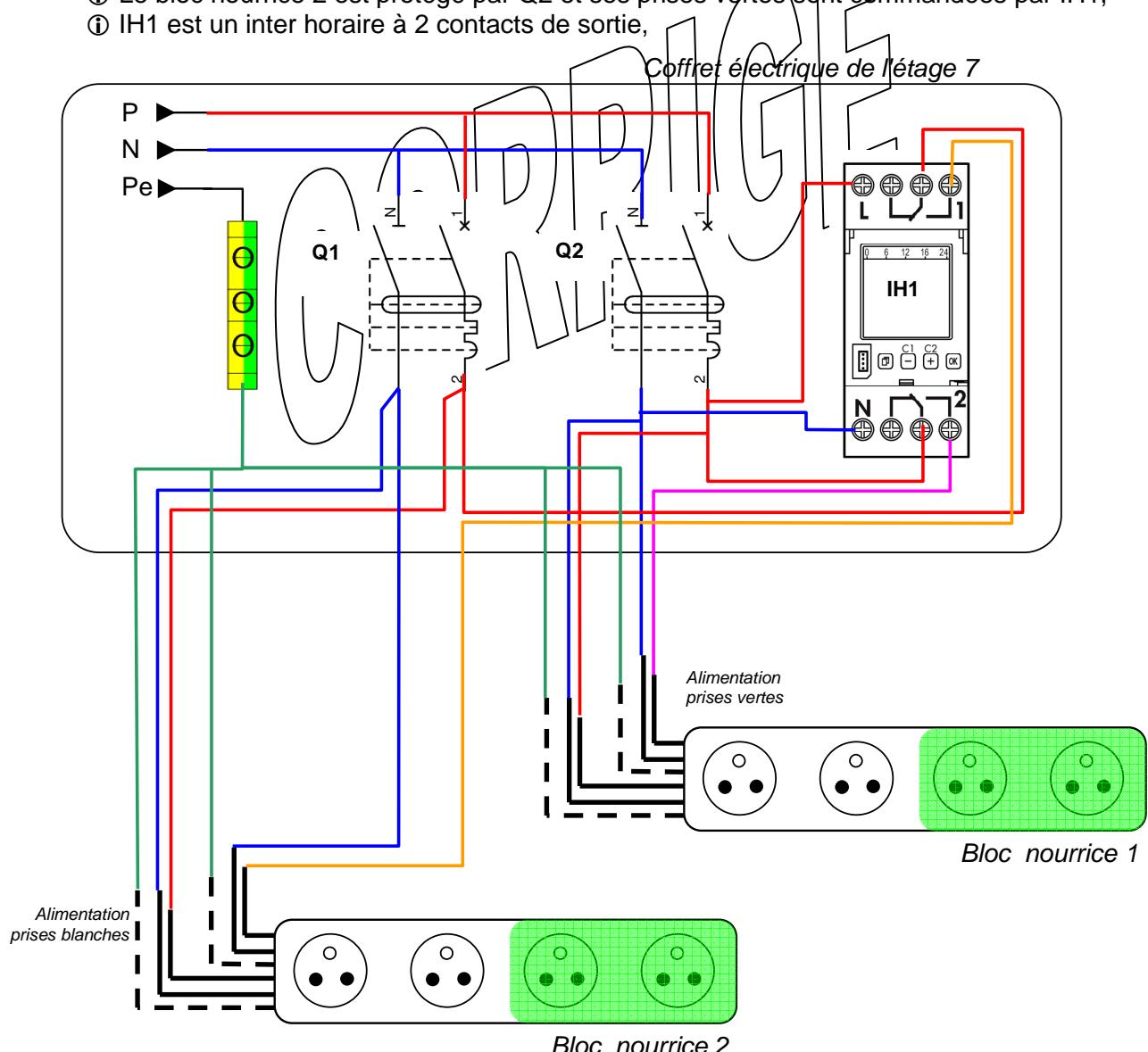
30 postes de W / 2 = 15 inter-horaire à installer et 30 disjoncteurs

- 2.9 **Renseigner** le bon de commande du chantier "prise verte" pour le 7ème étage :

	Référence	Quantité	Marque
Bloc nourrice (2 blanches + 2 vertes)	0 534 92	30	LEGRAND
Inter horaire (2 contacts)	4 126 41	15	LEGRAND
Protection amont	4 107 13	30	LEGRAND

- 2.10 **Compléter** le schéma de principe ci-dessous d'un bureau à 2 postes.

- ① Le bloc nourrice 1 est protégé par Q1 et ses prises vertes sont commandées par IH1,
- ② Le bloc nourrice 2 est protégé par Q2 et ses prises vertes sont commandées par IH1,
- ③ IH1 est un inter horaire à 2 contacts de sortie,



Pour gagner du temps au moment de la programmation de l'inter horaire, il faut dupliquer le programme du premier vers les suivants.

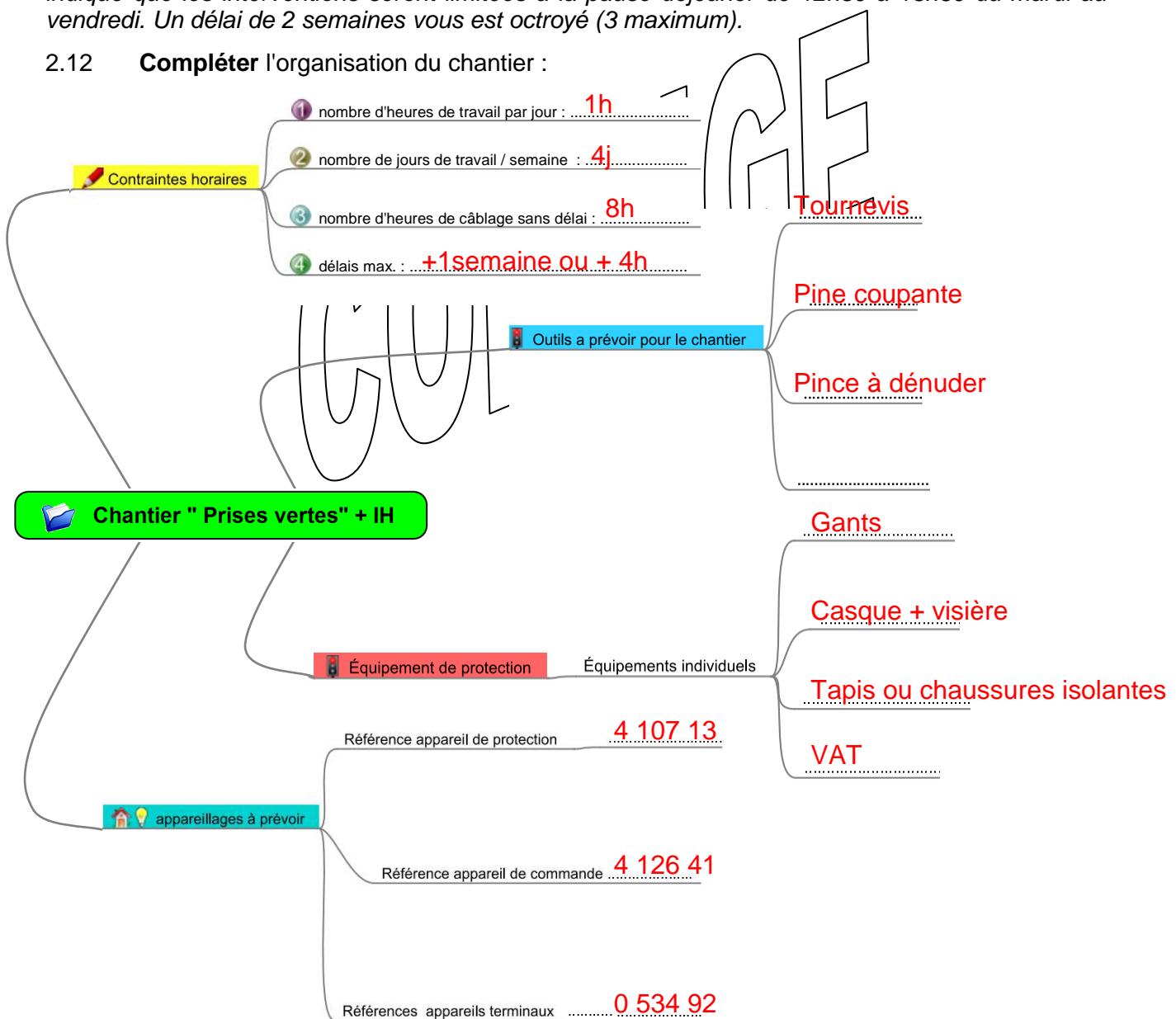
- 2.11 **Indiquer** la procédure à réaliser pour écrire le programme sur la clé USB jusqu'à son implantation dans un autre inter horaire (1 phrase par étape) :

<u>Etape ①</u>	Mettre la clé dans l'IH programmé
<u>Etape ②</u>	Menu >> Clé de prog >> Ecrire
<u>Etape ③</u>	Enlever la clé de l'IH programmé et insérer dans un autre IH
<u>Etape ④</u>	Menu >> Clé de prog >> Lire

### C- Synthèse du chantier "prise verte" :

Ne pouvant priver l'étage de la direction d'électricité durant toute une journée, M. LOISEAU vous indique que les interventions seront limitées à la pause déjeuner de 12h30 à 13h30 du mardi au vendredi. Un délai de 2 semaines vous est octroyé (3 maximum).

- 2.12 **Compléter** l'organisation du chantier :



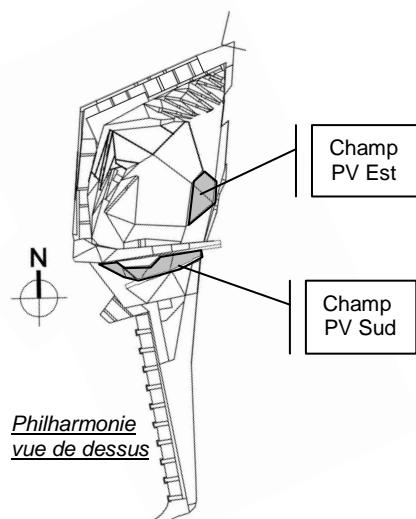
**EPICURE**

## DOCUMENTATION RESSOURCE

## EPISODE 3

### Doc 10

#### Production photovoltaïque



La Philharmonie de Paris possède sur sa toiture deux champs photovoltaïques d'une superficie totale de 1 000 m<sup>2</sup>.

#### Caractéristiques des champs :

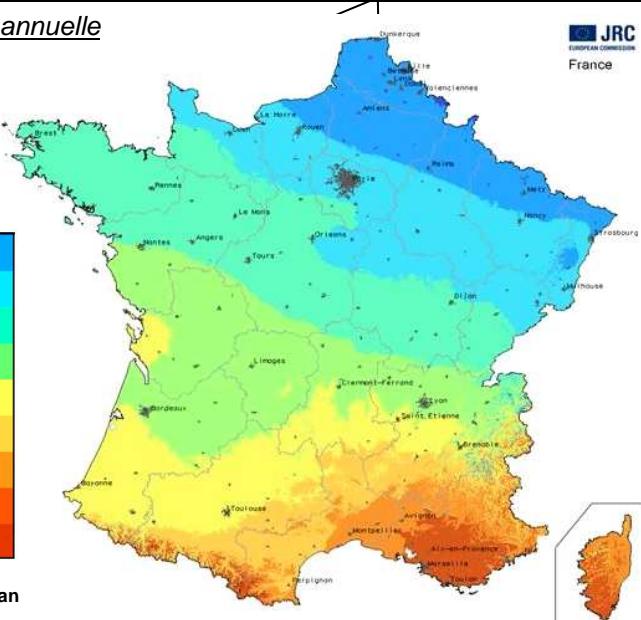
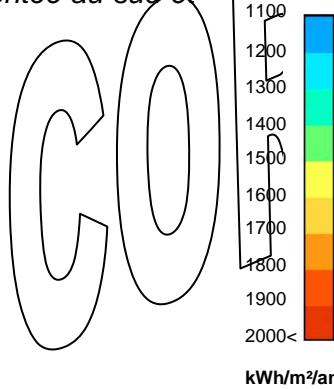
Champ	Surface	Nb de modules	Orientation	Inclinaison
Est	275 m <sup>2</sup>	171	-90°	10°
Sud	725 m <sup>2</sup>	450	0°	20°

Les modules photovoltaïques (PV) de marque PHOTOWATT sont intégrés en surimposition au bâti entraînant une sous-ventilation.

### Doc 11

#### Carte de France de l'énergie solaire annuelle

Exprimée en kWh/m<sup>2</sup>/an c'est l'énergie solaire annuelle reçue sur une surface orientée au sud et inclinée idéalement.



### Doc 12

#### Coefficient de performance PR

Type d'intégration au bâti	Intégration totale		Surimposition		Sur châssis
Ventilation	Modules très peu ventilés		Modules peu ventilés	Modules ventilés	Modules bien ventilés
Ratio de performance PR	0,7		0,75	0,8	0,85

### Doc 13

#### Coefficient Trigonométrique TRIGO

Inclinaison (°)	Orientation (°)									
	180	135	90	45	0	-45	-90	-135	-180	
	N	NO	O	SO	S	SE	E	NE	N	
Inclinaison (°)	0		0,875	0,875	0,875	0,875	0,875	0,875	0,875	0,875
	10		0,792	0,814	0,866	0,917	0,938	0,917	0,866	0,814
	20		0,693	0,739	0,843	0,940	0,980	0,940	0,843	0,739
	30		0,595	0,661	0,812	0,943	0,998	0,943	0,812	0,661
	35		0,548	0,622	0,794	0,945	1	0,945	0,794	0,662
	40		0,503	0,586	0,775	0,933	0,995	0,933	0,775	0,586
	50		0,417	0,519	0,731	0,903	0,968	0,903	0,731	0,519
	60		0,343	0,463	0,682	0,857	0,919	0,857	0,682	0,463
	70		0,291	0,415	0,628	0,794	0,850	0,794	0,628	0,415
	80		0,259	0,374	0,570	0,719	0,764	0,719	0,570	0,374
	90		0,242	0,337	0,511	0,635	0,662	0,635	0,511	0,337



## EPISODE 3 : PRODUCTION D'ÉNERGIE ✅ & AUTOCONSOMMATION

① Cet épisode est à composer à l'aide de la DT 05



Le bilan énergétique du TGBT N Philharmonie (Doc 07) indique la production photovoltaïque annuelle de la Philharmonie. A la lecture des valeurs affichées, votre collègue semble surpris. Il vous demande d'estimer la production du champ PV-Sud et lui prendra en charge le champ PV-Est.

### A- Caractéristiques de l'installation :

- 3.1 Donner la fonction d'un module PhotoVoltaïque (PV) et son principal inconvénient :

Fonction	Produire de l'énergie électrique à partir d'énergie solaire (irradiation)
Inconvénient	ne produit rien la nuit et peu lorsqu'il y a des nuages

- 3.2 Recueillir les données sur l'installation photovoltaïque de la Philharmonie :

Champ PV-Sud		unités	réponse
Ville			Paris
Nombre de modules PV			450
Orientation des modules PV	°		0 (#sud)
Inclinaison des modules PV	°		20
Module PV		unités	réponse
Marque			Photowatt
Type de module			<input type="checkbox"/> Monocristallin <input checked="" type="checkbox"/> Multicristallin
Puissance crête (Pc)	W		240
Rendement ( $\eta_{PV}$ )			15,1% ou 0,151
Longueur	m		1,638
Largeur	m		0,982

- 3.3 Calculer la puissance du champ PV-Sud ( $P_{CPV}$ ) en fonction de la puissance crête d'un module et du nombre de modules :

$$\begin{aligned} P_{CPV} &= P_c \times N \\ &= 240 \times 450 \\ &\# 108\,000 \text{ Wc soit } 108 \text{ kWc} \end{aligned}$$

- 3.4 Décrire les conditions météorologiques nécessaires à l'obtention de cette puissance maximale :

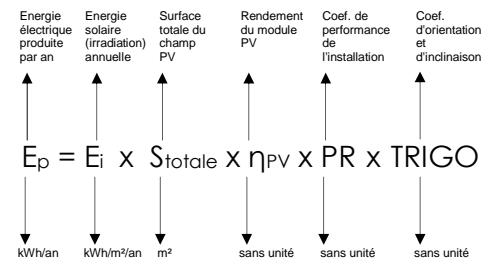
Qu'il fasse jour  
Que l'ensoleillement soit plein (sans ombre, ni nuage)

## B- Estimation de la production annuelle du champ PV-sud (en kWh) :

Cette formule permet d'estimer la production d'énergie électrique ( $E_p$ ) d'une installation PV :

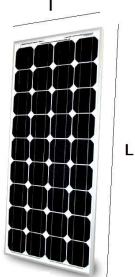
- 3.5 **Donner** énergie solaire annuelle ( $E_i$ ) **Doc 11:**

A Paris :  $E_i \# 1250 \text{ kWh/m}^2/\text{an}$   
+ possibilité de  $1200 \text{ kWh/m}^2/\text{an}$



- 3.6 **Calculer** la surface utile d'un module PV exposé au soleil ( $S_u$ ) en m<sup>2</sup> :

$$S_u = L \times I \\ = 1,638 \times 0,982 \\ \# 1,608 \text{ m}^2$$



- 3.7 **Calculer** la surface totale du champ PV-Sud ( $S_{\text{totale}}$ ) :

$$S_{\text{totale}} = S_u \times \text{Nb de modules} \\ = 1,608 \times 450 \\ = 726,6 \text{ m}^2$$

- 3.8 **Donner** le rendement d'un module PV ( $\eta_{\text{PV}}$ ) :

$$\eta_{\text{PV}} = 0,151 \quad \# 15,1\%$$

- 3.9 **Donner** le coefficient de performance de l'installation (PR) **Doc 12:**

$$PR = 0,75 \quad \# \text{ surimposition} \quad \# \text{ peu ventilé}$$

- 3.10 **Donner** le coefficient trigonométrique (TRIGO) **Doc 13:**

$$\text{TRIGO} = 0,98 \quad \# \text{ orientation sud : } 0^\circ \quad \# \text{ inclinaison : } 20^\circ$$

- 3.11 **Calculer** la production annuelle d'énergie électrique du champ PV-Sud ( $E_p$ ) :

$$E_p = E_i \times S_{\text{totale}} \times \eta_{\text{PV}} \times PR \times \text{TRIGO} \\ = 1250 \times 726,6 \times 0,151 \times 0,75 \times 0,98 \\ = 100 802 \text{ kWh/an} \\ \# 100,8 \text{ MWh/an}$$

### C- Comparaison :

- 3.12 - **Calculer** la différence entre l'estimation de la production annuelle du champ PV-Sud (on prendra 100 MWh/an) avec sa production réelle **Doc 07**.  
 - La production étant revendue, **calculer** la perte financière avec un tarif de 30 c€ le kWh,  
 - **Conclure**,

*Comparaison :*

Relevé des compteurs de **93,34 MWh** au lieu de **100 MWh** soit une perte de **6,7%** (**6,66 MWh**).

*Perte :*

$$\begin{aligned} \text{Pertes} &= \text{nb KWh} \times \text{tarif de rachat} \\ &= 6\,660 \times 0,30 \text{ €} \\ &= 1\,998 \text{ €} \end{aligned}$$

*Conclusion :*

Les pertes financières sont importantes, il faut réagir...  
 La revente d'électricité n'est donc pas à la hauteur des espérances...

De son côté votre collègue est arrivé aux mêmes conclusions...

### D- Anticipations & nouveaux usages du bâtiment...

Aujourd'hui la Philharmonie de Paris revend la totalité de l'énergie électrique produite. Toutefois il existe d'autres solutions telles que l'autoconsommation.

- 3.13 Définir cette pratique et étudier sa faisabilité à l'aide **Doc 14** ci-dessous, argumenter votre proposition :

*Votre définition :*

L'autoconsommation, c'est consommer la totalité de l'électricité produite sur place (pour soi même).

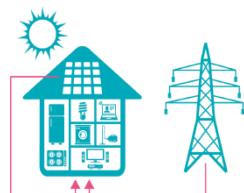
*Etude de faisabilité argumentée :*

Oui, c'est une solution envisageable car la Philharmonique de Paris avec ses bureaux équivaut à un bâtiment tertiaire le jour.

Il a donc un bon profil pour consommer sa production durant la journée.

#### Doc 14

##### Les cibles de l'autoconsommation



➤ Résidentiel individuel : parité réseau OK, mais peu de consommation électrique diurne → faible puissance pour un fort taux d'autoconsommation.

➤ Résidentiel collectif : parité réseau OK, mutualisation des consommations électriques diurnes → bon profil conso/production, fort taux d'autoconsommation, cadre réglementaire à préciser.

➤ Tertiaire : pré-parité réseau, consommations électrique diurnes régulières → bon profil conso/production, fort taux d'autoconsommation.

➤ Ilot urbain/quartier : foisonnement des consommations électriques diurnes → bon profil conso/production, fort taux d'autoconsommation, cadre réglementaire à faire évoluer.



La ville de Paris est en pleine évolution ; elle souhaite pouvoir répondre aux enjeux de demain comme l'explique le **Doc 15** : le plan de la Mairie de Paris.



En vous inscrivant dans cette dynamique, vous devez soumettre un projet ambitieux au directeur de la Philharmonie de Paris, en utilisant la production photovoltaïque...

### 3.14 Détails le plan de la Mairie de Paris, puis proposer une solution technique :

*Plan de la Mairie de Paris :*

- D'ici 2020 la Mairie de Paris souhaite interdire les véhicules polluant dans la ville
- Dans son plan antipollution, les voitures électriques et hybrides rechargeables tiendront une place de choix.
- Paris (...) subventionnera l'installation de bornes de recharge

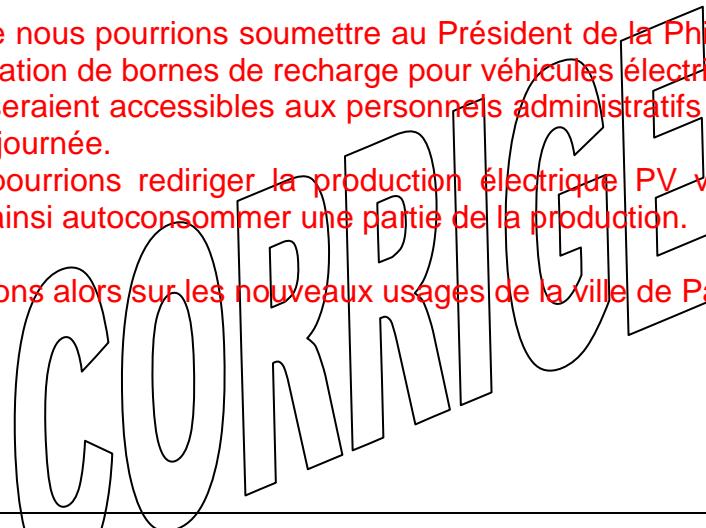
*Solution technique :*

Le projet que nous pourrions soumettre au Président de la Philharmonie de Paris serait l'installation de bornes de recharge pour véhicules électriques.

Les bornes seraient accessibles aux personnels administratifs de la Philharmonie travaillant la journée.

Ainsi nous pourrions rediriger la production électrique PV vers les bornes de recharge et ainsi autoconsommer une partie de la production.

Nous anticipons alors sur les nouveaux usages de la ville de Paris...



**Doc 15**

### Voiture électrique à Paris : le plan de la Mairie de Paris



D'ici 2020, la Mairie de Paris veut bannir les véhicules diesel de la capitale. Pour atteindre cet ambitieux objectif, la Maire a présenté son plan antipollution. Les premières mesures restreignant l'accès des bus et camions s'appliqueront dès le 1<sup>er</sup> juillet 2015. Dans ce plan, les voitures électriques et hybrides rechargeables tiennent une place de choix.

#### Accès interdit aux véhicules polluants

Dans une interview donnée au journal Le Monde dans son édition du 27 janvier 2015, Mme la Maire égrène les mesures destinées à **interdire les véhicules polluants** de sa ville à l'horizon 2020. Issu d'une promesse de campagne, son plan antipollution sera présenté le 9 février 2015 au Conseil de Paris. A compter du 1<sup>er</sup> juillet 2015, **l'accès de la capitale aux bus et camions âgés de plus de 14 ans sera interdit**. A terme, des « zones à basses émissions » seront mises en place, accessibles qu'aux vélos et aux véhicules électriques et hybrides rechargeables.



#### Bornes de recharge : 5 millions € pour les investisseurs

Au moment même où le Sénat exige un rapport détaillé sur l'origine des particules fines dont les effets délétères sur la santé sont avérés, les annonces d'Anne Hidalgo viennent à point nommé. Dans le plan antipollution de la ville, les **voitures électriques et hybrides rechargeables** tiendront une place de choix. Paris accompagnera financièrement les automobilistes dans l'achat de véhicules rechargeables et **subventionnera l'installation de bornes de recharge** : normale, accélérée et rapide dont la tarification sera attractive. L'ensemble de ces mesures sera financé par une enveloppe annuelle de 5 millions d'euros. Dans les prochaines semaines devrait également être adopté le **stationnement gratuit** des véhicules hybrides rechargeables essence-électrique. Jusqu'à présent, seuls les modèles 100 % électriques étaient concernés par cette mesure incitative.



## Doc 16

e-mail reçu

Zimbra: Réception https://zimbra.free.fr/zimbra/mail#1

**Zimbra**

Mail Carnet d'adresses Calendrier Tâches Porte-documents Préférences Société

Rechercher

Nouveau Actualiser Supprimer Répondre Rép. à tous Faire suivre Spam Affichage

De Objet Dossier Taille Reçu

Président Philhar... Projet de recharge électrique des véhicules : Bonjour Monsieur, comme évoqué dans mon dernier mail je vous confirme la mise en place.... Réception 4 ko 10 Mars 2017

Projet de recharge électrique des véhicules

Expéditeur : Président de la Philharmonie de Paris

À : Service Technique - Philharmonie de Paris

Cc:

10 Mars 2017 à 19:46

Bonjour Monsieur,

Après avoir soumis votre projet au conseil d'administration, je vous confirme mon souhait de faire évoluer le stationnement de la Philharmonie de Paris en installant 3 bornes de recharge à la disposition du personnel administratif. Le temps de charge devra être de l'ordre de 3 à 5 heures.

J'insiste sur le fait que la recharge des véhicules proviendra de l'énergie solaire captée par le champ PV-sud placé sur la toiture.

Je vous demande de vérifier la faisabilité du projet avant de préparer le chantier.

PJ : relevés de l'analyse photovoltaïque fournie par l'installateur des panneaux solaires.

Cordialement,  
T. VELIEN - *Président de la Philharmonie de Paris*

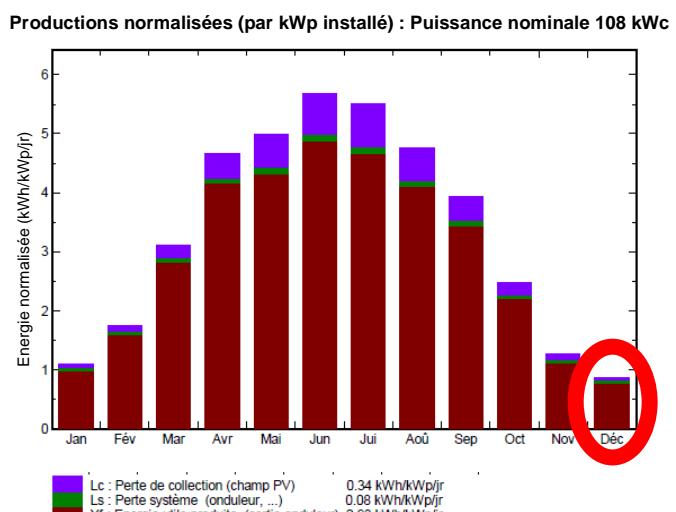
8:28

## Doc 17

Pj : Bilan annuel de la production PV du champs-Sud

	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	T Amb °C	GlobInc kWh/m <sup>2</sup>	EArray MWh
Janvier	23.6	5.22	33.9	3.45
Février	39.4	5.96	48.7	4.98
Mars	81.3	8.60	96.4	9.68
Avril	126.0	11.76	140.0	13.72
Mai	148.3	15.63	154.5	14.76
Juin	168.6	18.78	170.4	16.10
Juillet	166.3	20.31	170.9	15.95
Août	138.1	19.97	147.9	14.00
Septembre	102.1	16.60	118.0	11.37
Octobre	60.5	13.11	76.9	7.58
Novembre	28.2	8.49	38.1	
Décembre	18.1	5.40	27.2	2.75
Année	1100.5	12.52	1222.9	118.14

Légendes: GlobHor Irradiation globale horizontale  
 T Amb Température ambiante  
 GlobInc Global incident plan capteurs  
 EArray Energie effective sortie champ





## EPISODE 4 : BORNES DE RECHARGE & ÉTUDE DE FAISABILITÉ

① Cet épisode est à composer à l'aide de la DT 06



Un projet ambitieux vous est confié ; vous devez vérifier sa faisabilité et préparer le futur chantier.

### A- Prise en main du nouveau projet :

Ce matin, vous débutez votre journée en consultant votre messagerie internet...

4.1 Préciser l'expéditeur de l'e-mail Doc 16 et le contenu du projet :

Expéditeur :

Le président de la Philharmonie de Paris : M. VELIEN

Détails sur le projet :

- Il souhaite que le service technique installe 3 bornes de recharge
- Il souhaite que le temps de charge entre 3 et 5 heures
- Il souhaite que les bornes de recharges soient alimentées par le champ PV-sud

4.2 Analyse du projet :

4.2.1 A l'aide de la liste de mot, identifier les constituants

4.2.2 Flécher le parcourt énergétique,

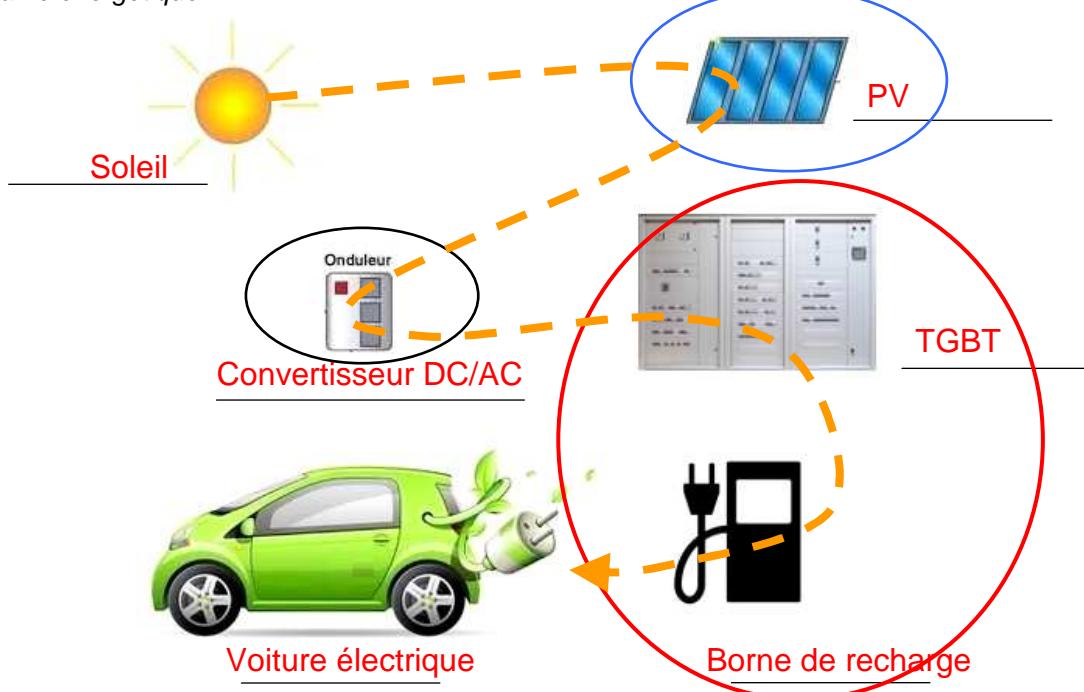
4.2.3 Entourer en NOIR convertisseur DC en AC

4.2.4 Entourer en BLEU la partie DC et en ROUGE la partie AC de l'installation

Liste des constituants :

- la borne de recharge
- le soleil
- la voiture électrique
- le TGBT
- le convertisseur DC / AC
- les panneaux photovoltaïques

Chaîne énergétique :



## B- Etude de faisabilité :

Si l'installation doit charger des véhicules avec la production du champ PV-sud, il faut dans les conditions les moins favorables, vérifier si les bornes peuvent fonctionner simultanément et si le temps de charge est compatible...

### 4.3 Conditions les moins favorables :

A l'aide du **Doc 17**, identifier le mois durant lequel la production PV est la plus basse :

Mois	Justification
décembre	C'est le mois de l'année où les journées sont les plus courtes
Production 2,75 MWh	

### 4.4 Bornes de recharge :



La borne de recharge permet comme son nom l'indique de charger les véhicules électriques. L'élément déterminant pour la choisir est le temps qu'elle mettra pour atteindre une charge complète d'un véhicule.

#### 4.4.1 A partir du souhait du Président de la Philharmonie, donner le temps de charge d'un véhicule :

Temps de charge souhaité	Entre 3 et 5h
Temps de charge retenu	20min <input type="checkbox"/> 30min <input type="checkbox"/> 1h <input type="checkbox"/> 2h <input checked="" type="checkbox"/> 4h <input type="checkbox"/> 8h <input type="checkbox"/> 12h

#### 4.4.2 Le temps de charge étant choisi, identifier les caractéristiques de la borne :

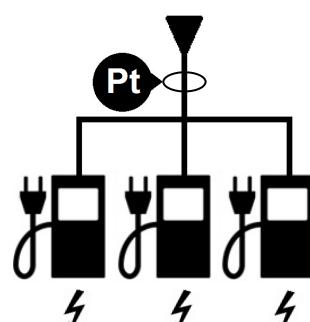
Temps de charge	4h	Type de charge	Accélérée
Réseau	Monophasé 230V	Mode	Mode 3
Courant	32A	Puissance	7kW

#### 4.4.3 Calculer la puissance totale (Pt) absorbée lorsque les 3 bornes chargent :

$$Pt = 7 \text{ kW} \times 3$$

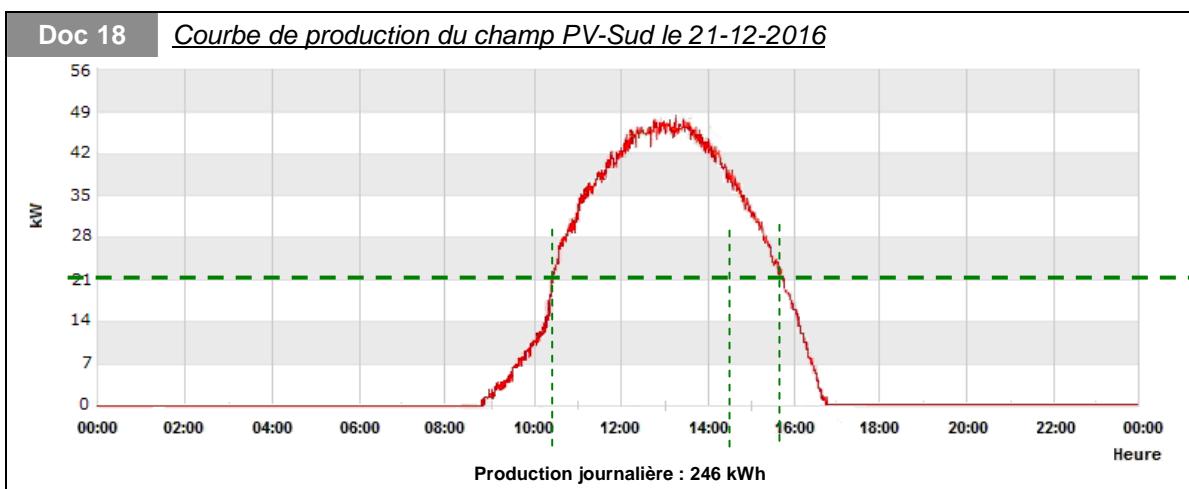
$$Pt = 21 \text{ kW}$$

Lorsque les 3 bornes chargent en même temps la puissance totale absorbée est de  $Pt = 21 \text{ kW}$



#### 4.5 Compatibilité Production / Bornes :

Ci-joint Doc 18, la courbe de production journalière du champ PV-Sud le 21-12-2016,



4.5.1 Préciser pourquoi cette courbe de production est la plus faible de l'année :

C'est le solstice d'hivers, jour de l'année où le temps de soleil est le plus court.

4.5.1 Tracer en vert sur le Doc 18 la puissance totale ( $P_t$ ) absorbée par les 3 bornes,

4.5.2 Préciser l'intervalle horaire à laquelle une puissance de 21 kW est disponible :

A partir de

#10h30

Jusqu'à

#15h45

4.5.3 Calculer le temps de disponibilité des 21 kW :

De 10h30 à 15h45 soit 5h15

4.6 Au vu des résultats obtenus, conclure sur la faisabilité du projet :

Le 22 décembre (solstice d'hivers) est le jour de l'année où le jour est le plus court.

Dans ces conditions, la courbe de production nous indique qu'à partir de 10h30 il est possible de mettre 3 véhicules en charge, avec une puissance totale de 21kW. La disponibilité de cette puissance étant de 5h15 nous pouvons conclure que :

$P_t =$  est disponible

$t_{charge} < t_{disponible}$  ou  $4h < 5h15$

Le champ PV-sud a bien la capacité pour alimenter 3 bornes de recharge 7kW.

**CORRIGÉ**

EPITECH

## Doc 19

Cahier des charges pour la mise en œuvre des bornes de recharge

Borne de recharge Schneider

- Les bornes de recharges sont de marque *Schneider*,
- La gamme retenue est *EVlink parking*,
- Chaque emplacement de recharge est équipé d'une borne,
- Chaque borne est équipée d'une seule prise de type 2 (T2),
- Chaque utilisateur est muni d'un badge pour activer la borne (contrôle RFID),
- L'installation est de type mural pour encombrement réduit,
- Les bornes sont fixées à une hauteur de 1m 40,
- Chaque borne est alimentée en 230V~,
- La borne délivre une puissance de 7 kW,
- Le chemin de câble au plafond est utilisé pour la distribution,
- Les canalisations neuves sont en IRL20 pour montage métro,
- Des lyres de fixation sont implantées tout les mètres,
- Câblage de la borne en mode BASIC (un défaut sur le circuit d'alimentation d'une prise entraîne l'arrêt total de la station)

## Doc 20

Métrage des équipements du parking



## EPISODE 5 : CHOIX DE LA BORNE & PRÉPARATION DE CHANTIER

① Cet épisode est à composer à l'aide de la DT 07, 08 et 09



Dans cet épisode, vous allez effectuer une préparation de chantier afin d'implanter les 3 bornes de recharge dans le parking de la Philharmonie. Ce chantier prévoit la pose des câbles d'alimentation et leurs protections associées.

### A- Choix de la borne de recharge :

- 5.1 L'installation de la borne sera murale, proposer 2 arguments qui justifient ce choix :

Justifications :

Les bornes seront implantées dans un parking, la prise au sol devra être réduite afin de ne pas gêner le stationnement des véhicules ; de plus il est impossible de faire passer les câbles sous fourreaux dans le sol, une alimentation par chemin de câbles semble plus pertinentes.

- 5.2 Choisir la référence de la borne

Référence borne de recharge	EVW2S7P04R, 7kW - murale - 1 seule prise par borne et avec RFID
-----------------------------	--

- 5.3 Lister les appareillages de protection du circuit de puissance à installer pour chaque borne de recharge :

Appareillages de protections	Références
Disjoncteur DT40N	A9N21370
Bloc diff 30 mA	A9N21456
Déclencheur MNx	A9N26969
Contact iOF	A9N26924

- 5.4 Donner le calibre du disjoncteur protégeant assurant la protection de la borne :

La calibre du disjoncteur est  $I_n = 40A$

- 5.5 A l'aide du calibre du disjoncteur choisir la section des conducteurs électriques alimentant chaque borne et préciser sa leur longueur maximale (en m) :

Section	10 mm <sup>2</sup>	Longueur max.	75 m sous 230 V
---------	--------------------	---------------	-----------------

- 5.6 En vous appuyant sur le **Doc 20** : *métrage des équipements du parking*,  
 5.6.1 **Déterminer** la longueur de câble nécessaire pour alimenter la place de parking 3,  
 5.6.2 **Déterminer** la longueur de câble nécessaire pour alimenter la place de parking 2,  
 5.6.3 **Déterminer** la longueur de câble nécessaire pour alimenter la place de parking 1,  
 ① prévoir une réserve de 20%

*Parking 3*

$$\text{Borne 3} = 5+1,5+2,5+2,5+1,5 = 13 \text{ mètres de câbles} + 2,6 \text{ (20\%)} \\ = 15,6 \text{m}$$

*Parking 2*

$$\text{Borne 3} = 13 \text{ mètres}$$

$$\text{Borne 2} = \text{Borne 3} - 2,5 \text{ mètres} = 13 - 2,5 = 10,5 \text{ mètres de câbles} + 2,1 \text{ (20\%)} \\ = 12,6 \text{m}$$

*Parking 1*

$$\text{Borne 1} = 5+1,5+1,5= 8 \text{ mètres de câbles} + 1,6 \text{ (20\%)} \\ = 9,6 \text{m}$$

- 5.7 **Préciser** la longueur totale nécessaire à l'alimentation des 3 bornes (de l'armoire aux bornes 1, 2, 3 ), **donner** la référence du câble ainsi que le prix HT :

Longueurs de câbles pour les 3 bornes :	Référence câble :
37,8 m	Fil 049600

*Prix associé à cette longueur :*

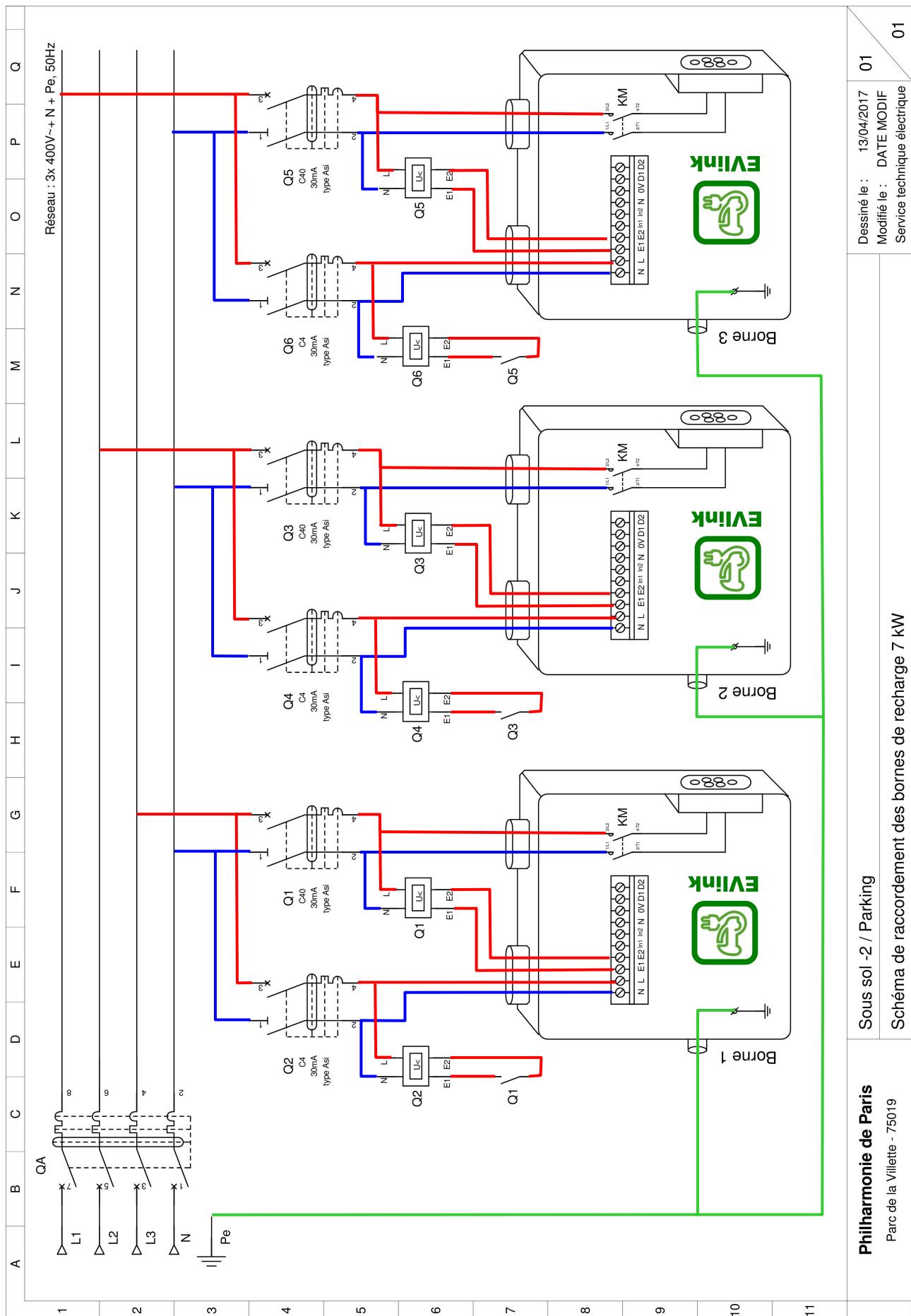
$$15,22 \times 37,8 = 574,8 \text{€}$$

- 5.8 Afin de préparer le chantier, **compléter** le bon de commande pour qu'il soit transmis au magasinier du service maintenance :

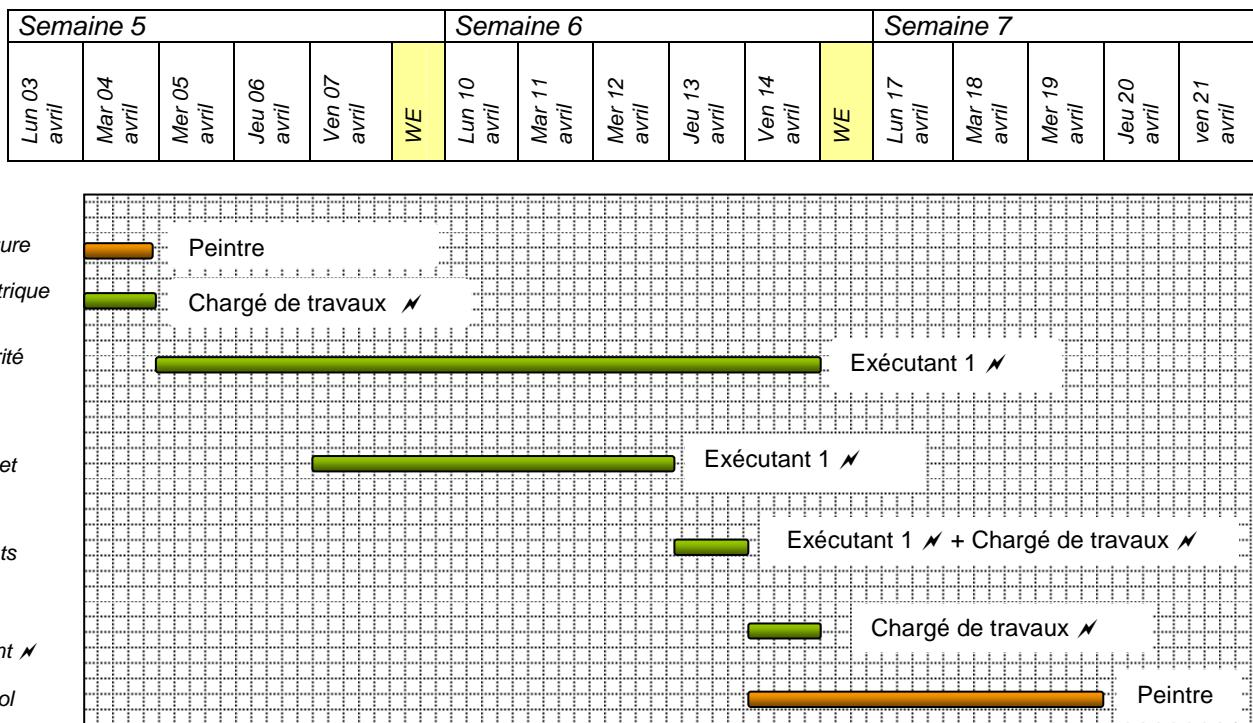
#### **BON DE COMMANDE**

Désignation	Référence	Quantités	Unité
Borne de recharge 7kW	EVW2S7P04R	3	
Disjoncteur DT40N	A9N21370	3	
Bloc diff 30 mA	A9N21456	3	
Déclencheur MNx	A9N26969	3	
Contact iOF	A9N26924	3	
Câble H07RNF 3G10	Fil 04960	40	m

5.9 **Proposer** en couleur, le schéma de branchement des bornes de recharge électrique :  
 ① veiller à ne pas déséquilibrer le réseau de distribution,



- 5.10 Maintenant que vous avez le schéma et le matériels nécessaire, on vous donne le planning du chantier qui fera intervenir deux corps d'état les peintres (peinture au sol + logo) et des électriciens (pose et raccordement).



5.10.1 Préciser par quelle(s) activité(s) débute le chantier?

**Métrage peinture et métrage électrique**

5.10.2 Calculer le nombre de jours de travail prévus pour la pose des canalisations et des appareillages électriques :

**4 jours**

5.10.3 Donner la date à laquelle deux corps de métiers se rencontrent :

**Le 14 avril (tests ✕) + peinture au sol**

5.10.4 Dénombrer les personnes présentes sur le chantier la 13-04-2017 :

**2 personnes (exécutant 1 et chargé de travaux)**

*Vous êtes le chargé de travaux, vous suivez l'avancement des tâches prévues.*

5.10.5 Calculer votre nombre de jours d'intervention et proposez une solution si le chantier électrique n'est pas fini à la date du 14-04-2017 :

**Le chargé de travaux intervient 3 jours, si le chantier prend du retard on peut pousser jusqu'au 19 avril car les peintres rendent le chantier à cette date.**

**EDUCATION**

Doc 21

Message du bureau d'étude

Date 15 avril 2017

Expéditeur : Bureau d'étude

Destinataire : Service technique de la Philharmonie de Paris

Objet : Schéma de principe

Bonjour Monsieur,

Afin d'optimiser le fonctionnement de votre installation, nous vous recommandons de remplacer les onduleurs existants par des onduleurs-chargeurs.

Effectivement, utilisation de cet appareil permet d'apporter deux améliorations :

- stocker l'énergie produite si aucune voiture n'est en charge,
- utiliser le réseau de distribution pour compléter la charge en cas de faible production,

Ci-dessous, le schéma de principe d'un onduleur-chargeur de la gamme Conext SW.

Cordialement,


**Schneider**  
Electric

Système d'onduleur unique avec énergie renouvelable (solaire)

Système d'onduleur unique avec énergie renouvelable (solaire)

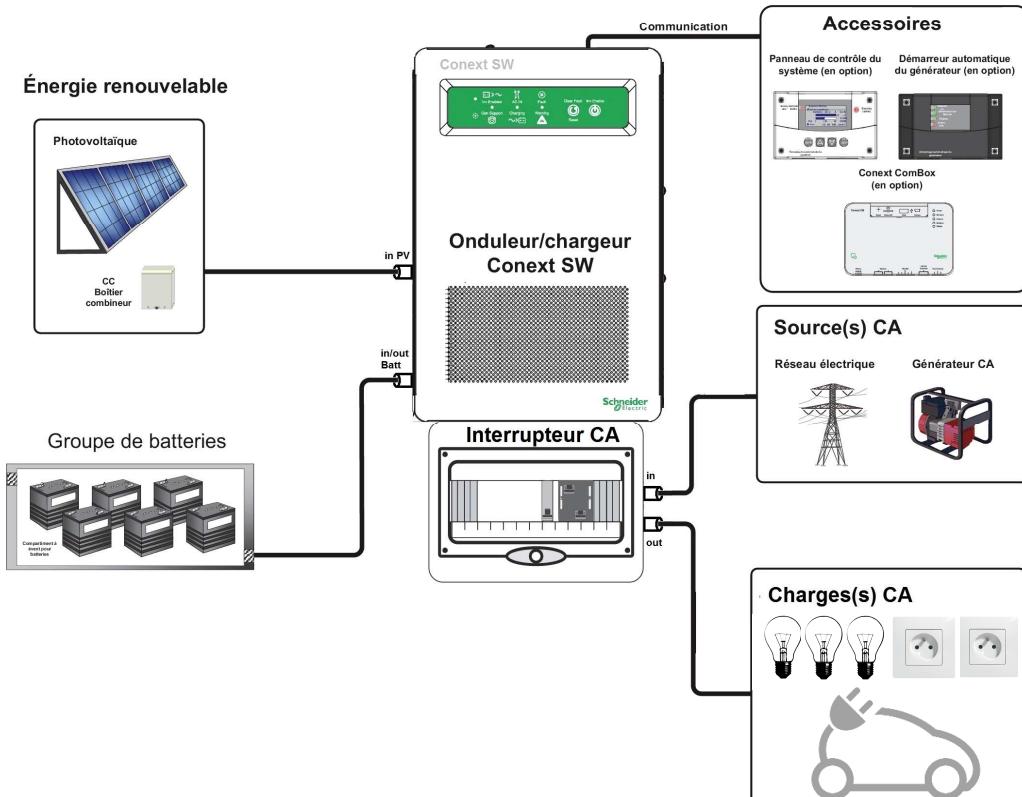


Figure 3-3 Présentation du système d'onduleur unique avec énergie renouvelable (solaire)



## EPISODE 6 : MIXTE ÉNERGÉTIQUE & ONDULEUR-CHARGEUR

① Cet épisode est à composer à l'aide de la DT 10



Votre projet "autoconsommer l'énergie électrique issue du photovoltaïque à destination des véhicules rechargeables" a été confié à un bureau d'étude.

Pour améliorer et piloter l'installation, il faut remplacer les onduleurs par des onduleurs-chARGEURS ! Vous proposez vos services pour la mise en place des nouveaux éléments ; une promotion semble être à la clé...

### A- Découverte de l'onduleur-chargeur :

- 6.1 Définir les deux fonctions de l'onduleur-chargeur pour notre installation :

Onduleur : il doit convertir l'énergie DC issue des modules PV ou des batteries en énergie AC pour alimenter les bornes de recharge

Chargeur : il peut charger les batteries en cas de production PV non consommée

- 6.2 On voit sur le schéma de principe Doc 21 la présence d'un groupe de batteries, expliquer la raison pour laquelle le bureau d'étude a rajouté cette solution :

Notre source de production solaire est par nature intermittente, il faut donc prévoir une solution d'appoint, de stockage pour palier la baisse de production en cas d'absence de soleil, d'où la présence de batteries.

- 6.3 Indiquer le(s) type(s) de tension que reçoit l'onduleur-chargeur et celle(s) qu'il délivre :

L'onduleur-chargeur reçoit du :  DC (PV ou batteries)  AC (réseau EDF)  
L'onduleur-chargeur délivre du :  DC (batteries)  AC (charge ✓)

- 6.4 Sachant qu'une borne de recharge a besoin d'une puissance de 7 kW, donner la référence de l'onduleur-chargeur Conext SW à installer :

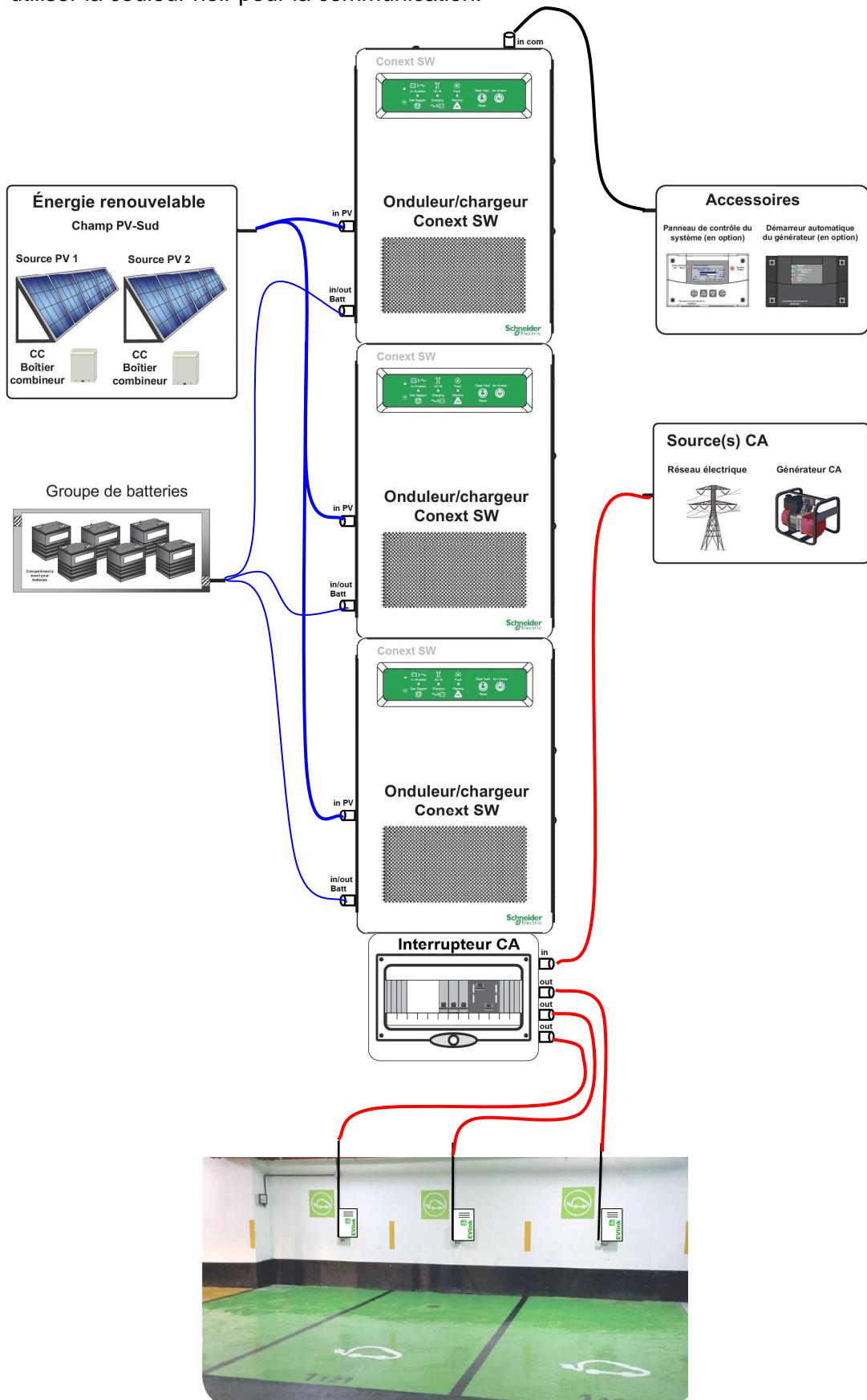
Référence :  
**SW4024230**

- 6.5 Sachant qu'une borne doit pouvoir délivrer 7kW, déterminer le nombre d'onduleurs-chargeurs nécessaires pour alimenter les 3 bornes de recharge installées dans le parking :

Il faudra trois onduleurs-chargeurs, c'est à dire un pour chaque borne de recharge.

6.6 La Philharmonie de Paris utilise le champ PV-Sud en autoconsommation ; compléter le schéma de branchement ci-dessous à l'aide du **Doc 21** :

- ① utiliser la couleur rouge pour les câbles alternatifs,
- ② utiliser la couleur bleue pour les câbles continus,
- ③ utiliser la couleur noir pour la communication.



La solution mise en œuvre se veut une réponse à plusieurs problématiques :

- L'utilisation du bâtiment comme source d'énergie
- La volonté de faire naître des nouveaux usages
- Avoir une gestion de l'énergie plus performante

- Solution : Production renouvelable
- Solution : Voitures électriques
- Solution : Mesure et contrôle des consos.

Pour que les installateurs utilisent un langage commun, le terme "autoconsommation" a été défini tel que :

$$\text{Autoconsommation (\%)} = \frac{\text{Energie PV consommée sur place}}{\text{Energie PV produite}}$$

6.7 **Expliquer** ce que représente une autoconsommation de 100% :

Une autoconsommation de 100 % représente ceci : toute la production d'énergie électrique solaire sera consommée sur place. L'objectif est de viser un taux élevé 100 % pour une injection du surplus au réseau nulle. Toute la production est consommée sur le lieu où sont implanté les panneaux photovoltaïques.

6.8 Dans le cas de la Philharmonie, une partie de la production PV-Sud sert à recharger des voitures électriques. **Indiquer** si nous sommes à 100 % d'autoconsommation ?

Si seulement une partie de l'énergie produite est consommée, nous ne sommes pas sur une autoconsommation de 100 %. Une partie de l'énergie peut être stockée ou revendue.

6.9 **Préciser** quels autres récepteurs de Philharmonie de Paris pourraient être alimentés par les panneaux PV :

On peut envisager de récupérer cette énergie produite sur place pour alimenter de l'éclairage, notamment dans le parking. Pour éviter une perte en énergie, l'exploitant doit réaliser en amont un plan de charges pour savoir à quel moment les récepteurs consomment de l'énergie.

CORRIGÉ