

La distribution électrique

1. Problématique

La *SPCC* est un gros client sur le plan énergétique. Sa consommation fait qu'elle est livrée en haute tension afin de limiter les pertes en ligne. Le coût d'une interruption même momentanée de la fourniture d'énergie est très élevé (pertes de production, nécessité d'un cycle de nettoyage de l'outil de production afin de garantir la qualité du produit fini...). Nous allons étudier les différents modes de raccordements au réseau de distribution HTa ainsi que leurs avantages et inconvénients.

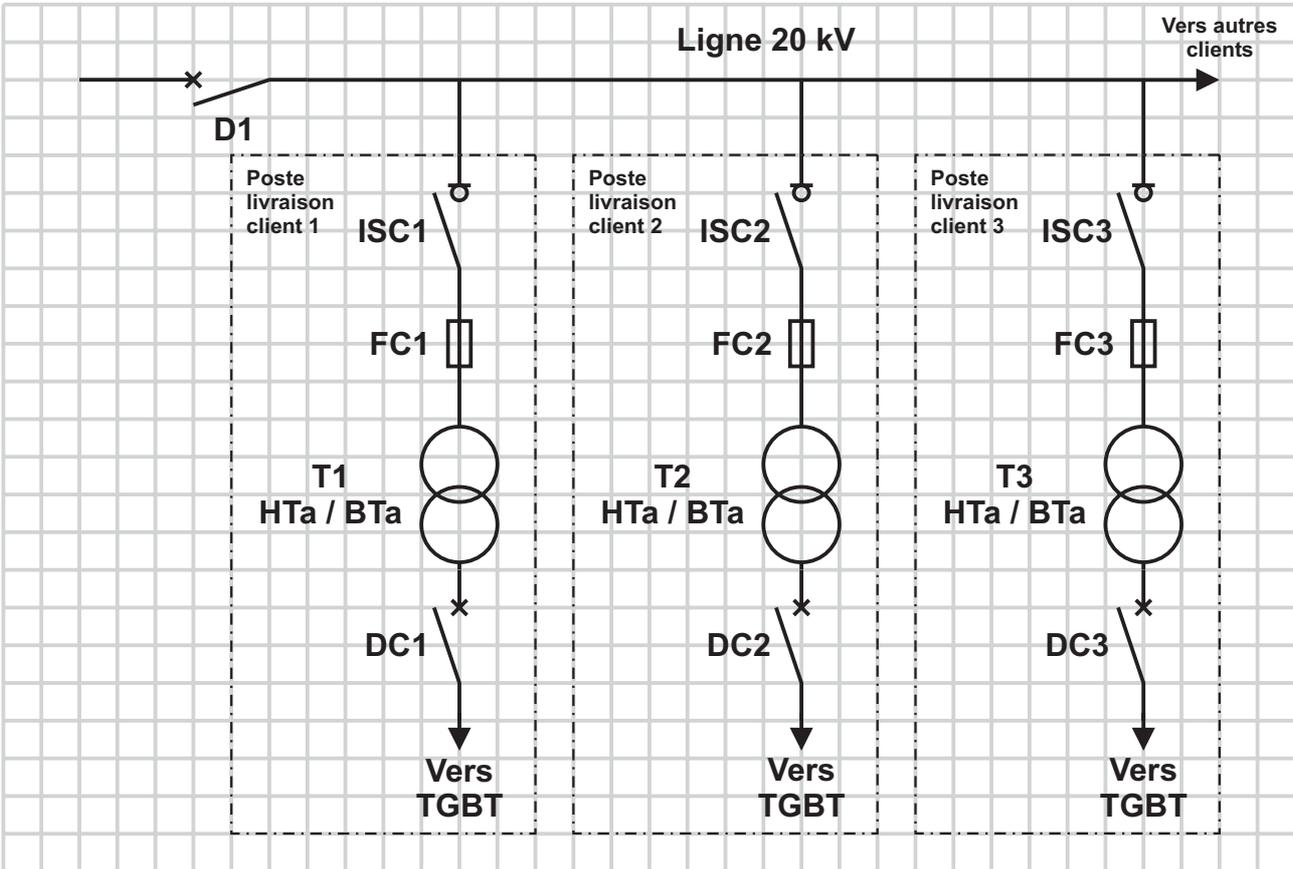
2. Raccordement au réseau électrique

Chaque client alimenté en HTa dispose de son propre transformateur HTa / BT dans un local spécial. Le point de séparation du réseau public / réseau privé est appelé poste de livraison.

2.1. Simple dérivation

Cette façon de se raccorder au réseau HTa est aussi appelée en antenne ou structure arborescente. Elle a pour avantage principal son faible coût de mise en œuvre. La contre partie est qu'en cas de défaut sur la ligne, le déclenchement de la protection amont *D1* met tous les clients alimentés par cette ligne hors tension.

A l'aide de votre documentation ressource partie normes et guides, complétez le schéma ci-dessous afin d'avoir une distribution en simple dérivation (aussi appelé poste simplifié ou en antenne).



Quel est l'inconvénient principal du point de vue utilisateur ?

Le déclenchement du disjoncteur de protection de la ligne HTa (D1) entraîne la perte d'alimentation électrique de tous les clients qui sont raccordés sur cette ligne.

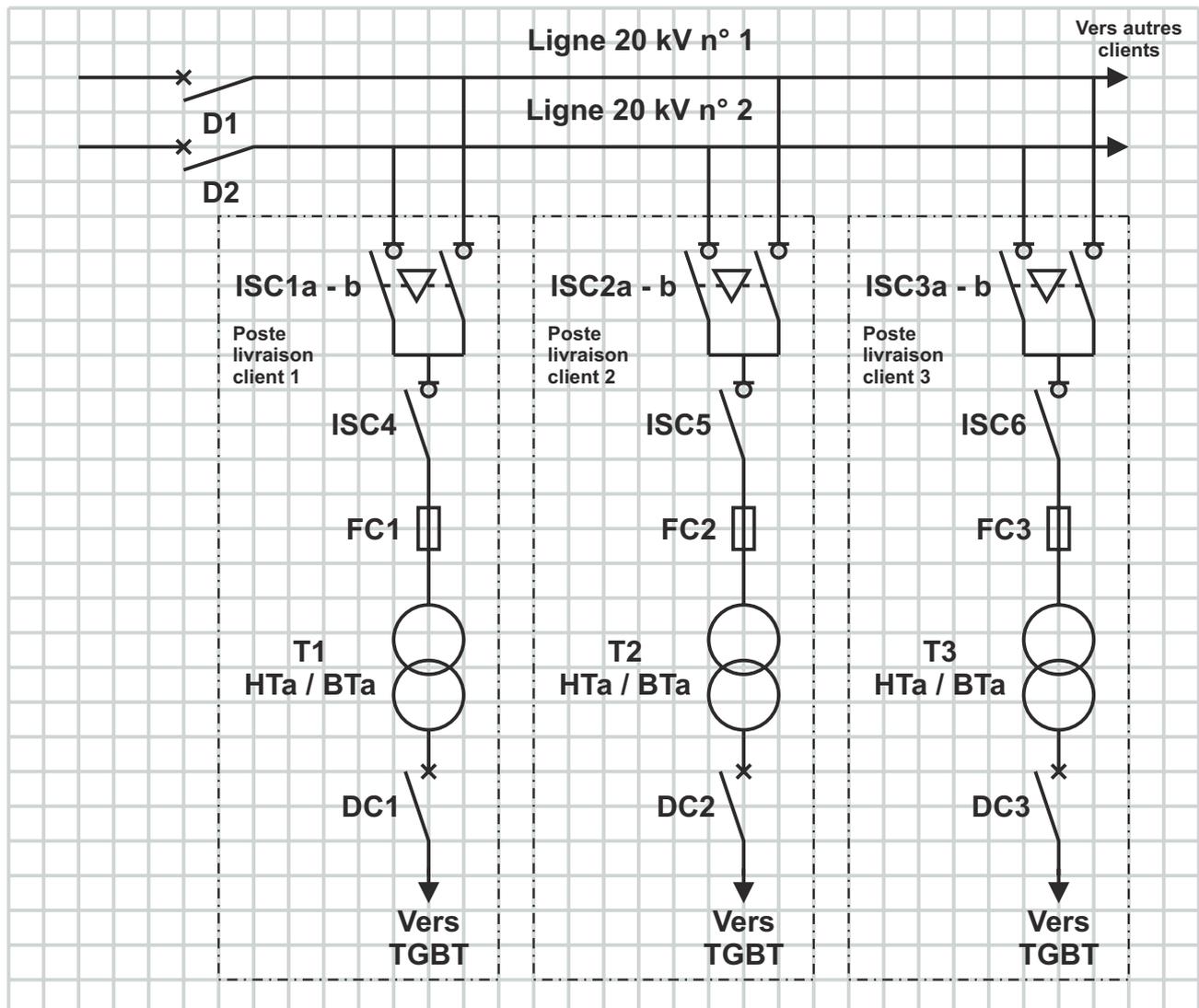
Quel est le principal avantage de cette technique vis à vis du fournisseur d'énergie ?

Il n'y a qu'une seule ligne HTa à tirer pour assurer la fourniture de la totalité de la demande énergétique des clients.

2.2. Double dérivation

Cette technique est dérivée de la simple dérivation. On utilise cette fois deux lignes d'arrivée HTa, mais en ne se raccordant qu'à une seule. Les deux lignes d'alimentation peuvent être issues du même poste source ou de deux postes sources séparés. En cas de perte de tension sur une ligne on bascule sur la seconde, la fourniture d'énergie est ainsi maintenue.

Complétez le schéma ci-dessous afin d'être conforme à ce qui vient d'être dit (vous pouvez vous aider de votre documentation ressource).



Quel élément graphique sur le schéma précédent indique que chaque client ne peut se raccorder que sur une seule des lignes HTa ?

Le verrouillage mécanique représenté par le triangle pointe en bas entre les deux interrupteurs sectionneurs de raccordement aux lignes HTa (exemple : ISC1a et ISC1b pour le premier client) indique que ces deux appareils ne peuvent être fermés simultanément. Il n'est donc possible de se raccorder qu'à une seule ligne.

Pourquoi les deux interrupteurs sectionneurs ne peuvent-ils être fermés simultanément ?

En cas de défaut sur la ligne HTa n°1 (court-circuit, perte de tension ou autre), on bascule sur la ligne n°2. Si les deux interrupteurs sectionneurs sont fermés simultanément chez l'un des clients, la seconde ligne se retrouve elle aussi en défaut. La fourniture d'énergie n'est plus assurée pour l'ensemble des clients alimentés par ces lignes.

Quel est l'inconvénient principal du point de vue utilisateur ?

Le passage d'une ligne à l'autre implique une courte disparition de l'alimentation électrique (on ne peut pas fermer les deux interrupteurs sectionneurs de tête simultanément en raison du verrouillage mécanique).

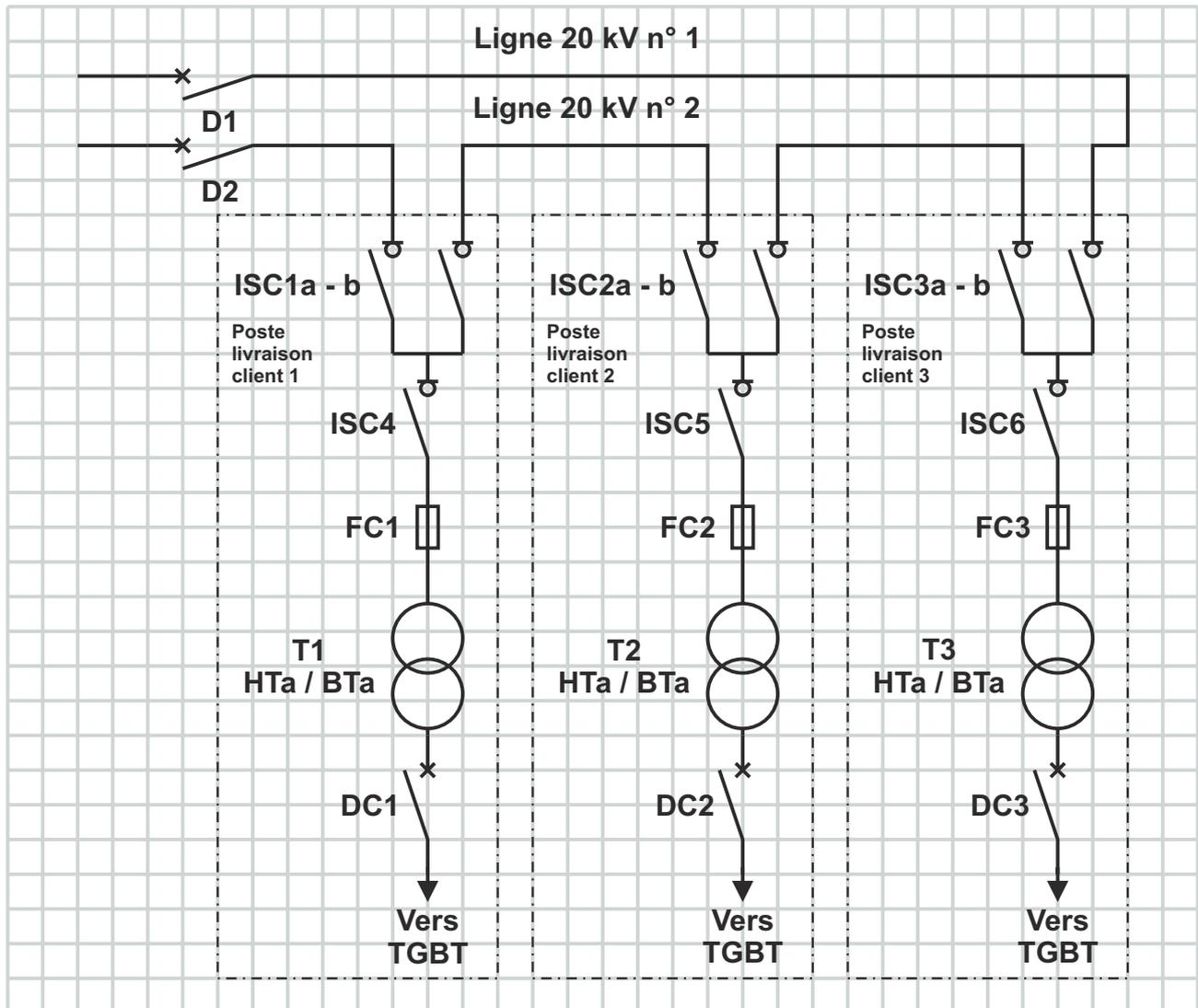
Quel est le principal inconvénient de cette technique vis à vis du fournisseur d'énergie ?

Cette technique impose au fournisseur d'énergie de tirer deux lignes capables de fournir la totalité de la demande énergétique des clients. Cela entraîne un surcoût important.

2.3. Coupure d'artère

Cette technique est celle qui assure la plus grande sécurité sur le plan de la fourniture énergétique. Elle est aussi appelée distribution en boucle. C'est la technique la plus utilisée en France. L'idée est de faire en sorte qu'un client ayant un défaut sur la HTa, puisse se mettre hors circuit sans que les autres clients ne soient trop pénalisés. En fonctionnement normal la boucle est toujours ouverte en un point de la boucle par un des interrupteurs sectionneurs présents chez l'un des clients raccordés sur la boucle. Comme pour la double dérivation, les deux lignes d'alimentation peuvent être issues du même poste source ou de deux postes sources séparés.

A l'aide de votre documentation ressource, complétez le schéma ci-après afin d'avoir une distribution en coupure d'artère.



En étudiant le schéma, est-il possible de fermer tous les interrupteurs sectionneurs de la boucle ? Justifiez votre réponse.

L'absence de verrouillage mécanique entre les interrupteurs sectionneurs en tête des postes de livraison indique qu'il est possible de les fermer simultanément. L'intervention sur l'un des tronçons HTa n'implique donc pas une interruption de la fourniture d'énergie. Il suffit d'isoler ce tronçon grâce aux interrupteurs sectionneurs de part et d'autre du défaut. La règle sur une distribution en coupure d'artère est qu'un, et un seul, des interrupteurs sectionneurs soit ouvert sur la boucle.

Quel est le principal inconvénient de cette technique vis à vis du fournisseur d'énergie ?

Comme pour la double dérivation, la technique en coupure d'artère impose au fournisseur d'énergie de tirer deux lignes capables de fournir la totalité de la demande énergétique des clients raccordés sur la boucle. Cela entraîne un surcoût important.

Partant de la situation où tous les interrupteurs sectionneurs sont fermés à l'exception d'**ISC3b**, indiquez quel(s) interrupteur(s) sectionneur(s) doivent être manœuvrés en cas de besoin de mettre hors tension l'installation **HTa** chez le **client 2** en vue d'une intervention sur l'interrupteur sectionneur **ISC5**. Respectez l'ordre des manœuvres afin de pénaliser le moins possible les autres clients.

Pour isoler le client 2, il faut fermer ISC3b puis ouvrir et consigner en position ouverte les interrupteurs sectionneurs ISC2a et ISC2b. Le client 2, et lui seul, est alors hors tension. Les autres clients n'ont pas eu d'interruption de la fourniture d'énergie.

Toujours à partir de la situation où tous les interrupteurs sectionneurs sont fermés à l'exception de **ISC3b**, indiquez quels sont les interrupteurs sectionneurs qui doivent être manœuvrés en cas de défaut d'isolement (exemple : amorçage avec un arbre à proximité de la ligne **HTa**) sur le tronçon de ligne entre le **client 1** et le **client 2** afin que le fournisseur d'énergie puisse l'isoler pour y intervenir en toute sécurité.

Pour intervenir sur le tronçon de ligne entre les clients 1 et 2, il faut fermer l'interrupteur sectionneur ISC3b puis ouvrir et consigner les interrupteurs sectionneurs ISC1b et ISC2a en position ouverte. Le tronçon est alors isolé des sources d'énergie, il est alors possible d'intervenir en toute sécurité.

En quoi la structure en coupure d'artère est-elle supérieure aux deux précédentes ?

Dans la configuration en coupure d'artère, il y a continuité de la fourniture d'énergie dans tous les cas y compris en cas de besoin d'opération de maintenance sur la HTa. La simple dérivation impose une mise hors tension de tous les clients pour la durée de l'intervention. La double dérivation impose une rupture de courte durée de la fourniture d'énergie le temps de basculer d'un poste source à l'autre (verrouillage mécanique).

3. Structure du poste de livraison

Le poste de livraison est constitué de « cellules » fermées ou ouvertes remplissant les fonctions de bases parmi lesquelles on retrouve :

- Une ou deux cellules d'arrivée selon le type d'alimentation (simple dérivation, double dérivation, coupure d'artère),
- Une ou plusieurs cellules de protection,
- Une cellule de comptage située soit sur la **HTa**, soit sur la **BT** (facturation de l'énergie consommée),
- Un ou plusieurs transformateurs **HTa / BT**.

Nous allons étudier le besoin minimum pour réaliser une alimentation en coupure d'artère pour le **client 1** du schéma du paragraphe 2.3. A partir de votre documentation constructeurs, choisissez les différentes cellules nécessaires afin de remplir les fonctions de bases précédentes (nous opterons pour un comptage en **HTa**, la distribution se faisant neutre à la terre). Le matériel retenu sera choisi dans la gamme **SM6** de Schneider Electric. Pour chaque cellule choisie, expliquez la fonction remplie.

Pour réaliser une alimentation en coupure d'artère nous avons besoin de :

- € *Deux cellules IM : interrupteurs sectionneurs destinés à isoler le client du réseau en cas de besoin (IMT si utilisation de la téléconduite),*
- € *Une cellule QM : combiné interrupteur sectionneur + fusibles afin de protéger l'installation en cas de court circuit, l'interrupteur sectionneur est ouvert en cas de fusion d'un ou plusieurs des fusibles (fusibles à percuteurs),*
- € *Une cellule CM : transformateur de tension pour réseau neutre à la terre destiné au comptage de l'énergie consommée,*
- € *Une cellule GBC-B : mesure du courant destinée au comptage de l'énergie consommée.*

Les informations issues de ces deux dernières cellules (mesure des tensions et courants) sont envoyées au compteur d'énergie.

4. Sécurité des interventions au niveau du poste de livraison HTa

La sécurité des intervenants au niveau du point de livraison est assurée par une formation d'habilitation adaptée à ce domaine de tension (habilitation comportant la lettre **H**). Toutefois, afin d'éviter les erreurs de manœuvre en haute tension, l'équipement contient des sécurités interdisant les fausses manœuvres grâce à un système élaboré de serrures et de clés prisonnières.

Citez les différentes opérations à effectuer pour faire une consignation en **HTa** (elles sont, en partie, identiques à celle de la consignation en **BT**).

Les opérations indispensables pour effectuer une consignation en HTa sont :

- € *Pré-identification de l'ouvrage,*
- € *Séparation de l'ouvrage des sources de tension grâce au sectionneur,*
- € *Condamnation des organes de manœuvre (sectionneur) en position ouverte et mise en place d'un macaron de consignation,*
- € *Identification de l'ouvrage,*
- € *Vérification de l'Absence de Tension,*
- € *Mise à la terre et en court circuit.*

La mise à la terre et en court circuit est ici obligatoire (elle n'est facultative qu'en BT).

La déconsignation ne peut être effectuée que par la personne qui a effectué la consignation, éventuellement par son remplaçant désigné.

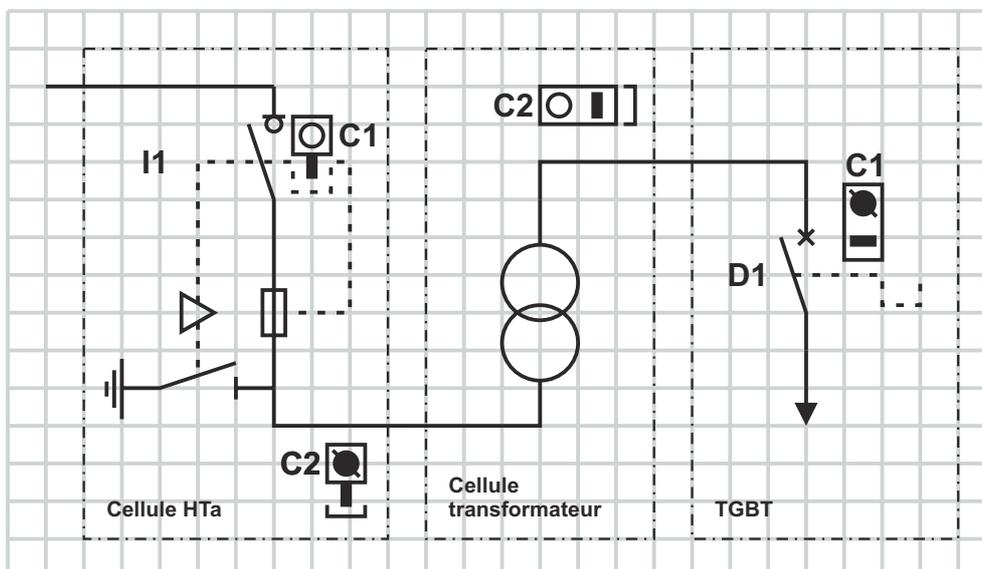
Le système des serrures - clés prisonnières permet d'éviter les erreurs de manœuvre lors des consignations en haute tension en imposant, par construction, un ordre dans les différentes opérations. Afin de comprendre le fonctionnement de celui-ci, complétez le tableau suivant en donnant la signification des symboles fonctionnels normalisés (voir documentation ressource).

Symboles fonctionnels	Légende	Symboles fonctionnels	Légende
 	<i>Clé absente, pêne rentré</i>	 	<i>Clé libre, pêne sorti</i>
 	<i>Clé libre, pêne rentré</i>	 	<i>Clé prisonnière, pêne sorti</i>
 	<i>Clé prisonnière, pêne rentré</i>		<i>Panneau ou porte</i>
 	<i>Clé absente, pêne sorti</i>		<i>Clés tête-bêche</i>

Le principe de base est qu'une clé unique permet la manœuvre de deux serrures de même repère. La manœuvre de la première serrure libère la clé. La seconde serrure peut maintenant être actionnée par la clé libérée.

5. Application

Le schéma suivant représente le poste de livraison d'une entreprise abonnée au tarif vert d'EDF.



Quel est le type de distribution HTa utilisé ici ? Justifiez votre réponse.

Nous sommes en présence d'une alimentation en simple dérivation (ou en antenne).

Si nous étions en présence d'une distribution en double dérivation, nous aurions deux interrupteurs sectionneurs en tête équipés d'un verrouillage mécanique et deux lignes d'alimentation. Dans le cas d'une distribution en coupure d'artère, nous aurions deux interrupteurs sectionneurs en tête sans verrouillage mécanique et deux lignes d'alimentation.

Donnez la procédure pour accéder à la cellule contenant le transformateur de distribution.

La première opération est de libérer la clé C1, pour cela il faut ouvrir le disjoncteur D1 au secondaire du transformateur. Lorsque la clé C1 est libérée (disjoncteur D1 ouvert), le transformateur est à vide. Il est alors possible d'ouvrir l'interrupteur sectionneur II de la cellule HTa avec cette clé qui y restera prisonnière. La mise à la terre et en court-circuit est faite automatiquement par l'ouverture de l'interrupteur sectionneur.

Faire la Vérification d'Absence de Tension.

Ouvrir le panneau de la cellule HTa et récupérer la clé C2 afin d'ouvrir la porte de la cellule du transformateur.

La consignation du poste de livraison est maintenant terminée et l'accès au transformateur est maintenant possible en toute sécurité.