

# Principes d'étude et de développement du réseau public de distribution BT de SRD

Indice	Date application	Objet de la modification
A	30/09/2010	Création

## Résumé

L'objet de ce document est de définir les principes d'étude et de développement du réseau notamment Basse Tension dans le cadre du raccordement de clients consommateurs.

Accessibilité	<input checked="" type="checkbox"/> Libre	<input type="checkbox"/> SRD	<input type="checkbox"/> Confidentiel
---------------	---	------------------------------	---------------------------------------

<b>1. ENVIRONNEMENT REGLEMENTAIRE ET CONTRACTUEL</b>	<b>4</b>	
1.1. TEXTES REGLEMENTAIRES CONCERNANT LA REALISATION DES RESEAUX BT	4	
1.2. TEXTES REGLEMENTAIRES CONCERNANT LE RACCORDEMENT DES UTILISATEURS	4	
1.3. TENUE DE LA TENSION	4	
<b>2. STRUCTURE DES RESEAUX BT</b>	<b>4</b>	
2.1. GENERALITES	4	
2.2 POSTES ET TRANSFORMATEURS HTA/BT	5	
2.3 DEPARTS BT	5	
<b>3. PRINCIPES GENERAUX CONCERNANT LE DEVELOPPEMENT DES RESEAUX</b>	<b>6</b>	
3.1. SEUILS DE CONTRAINTE ELECTRIQUE	6	
3.1.1. PRINCIPE DES SEUILS DE CONTRAINTE	6	6
3.1.2. CONTRAINTE D'INTENSITE	6	6
3.1.3 CONTRAINTE DE TENSION	6	6
3.1.4 CONTRAINTE DE GRADIENT	6	6
3.2 DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES	6	
3.2.1 LE DIMENSIONNEMENT ECONOMIQUE	6	6
3.2.2 TRANSFORMATEURS HTA/BT	7	7
3.2.3 DEPARTS BT	7	7
<b>4. RACCORDEMENT DE NOUVEAUX UTILISATEURS CONSOMMATEURS</b>	<b>8</b>	
4.1. NOTION DE RACCORDEMENT DE REFERENCE	8	
4.2. DETERMINATION DU RACCORDEMENT DE REFERENCE	8	
4.2.1. TRACE ET SECTION DU RESEAU CREE	8	8
4.2.2 ETUDE DE RACCORDEMENT	8	8
4.2.3 SOLUTIONS POSSIBLES POUR LEVER UNE CONTRAINTE	8	8
4.2.4 SOLUTION RETENUE	8	8
4.3. RACCORDEMENT D'UN OU DEUX CONSOMMATEURS INDIVIDUELS =< 36 kVA	9	
4.3.1. PUISSANCE DE RACCORDEMENT	9	9
4.4 RACCORDEMENT D'UN CONSOMMATEUR INDIVIDUEL > 36 kVA	9	
4.4.1. PUISSANCE DE RACCORDEMENT	9	9
4.4.2. SECTIONS ECONOMIQUES	9	9
4.5. RACCORDEMENT D'UN IMMEUBLE (>= 3 UTILISATEURS)	9	
4.5.1. PUISSANCE DE RACCORDEMENT	9	9
4.5.2. SECTIONS ECONOMIQUES	10	10
4.5.3. IMMEUBLE RACCORDE AU POSTE HTA/BT	10	10
4.6. RACCORDEMENT D'UN COLLECTIF HORIZONTAL (>= 3 UTILISATEURS)	10	
4.6.1. PUISSANCE DE RACCORDEMENT	10	10
4.6.2. SECTIONS ECONOMIQUES	10	10
4.6.3. DIMENSIONNEMENT DU RESEAU BT A L'INTERIEUR DU LOTISSEMENT	11	11
4.6.4. LOTISSEMENT RACCORDE AU POSTE HTA/BT	11	11

<b>ANNEXE – PLAN DE TENSION</b>	<b>12</b>
<b>1. TENSION NOMINALE ET VARIATIONS DE TENSION</b>	<b>12</b>
1.1. DEFINITION	12
1.2. APPLICATIONS AUX RESEAUX DE DISTRIBUTION	12
1.3. LES ENGAGEMENTS SUR LA QUALITE DE LA TENSION	13
<b>2. LE REGLAGE DE LA TENSION SUR LE RESEAU</b>	<b>13</b>
2.1. L’ACTION DU REGLEUR EN CHARGE	14
2.2. L’ACTION DES PRISES A VIDE	14
2.3. DETERMINATION DES PARAMETRES DU REGLAGE DE LA TENSION	14

# 1. Environnement réglementaire et contractuel

## 1.1. Textes réglementaires concernant la réalisation des réseaux BT

La réalisation des réseaux BT est soumise à l'application de textes réglementaires :

- l'Arrêté du 17 mai 2001 dit « Arrêté Technique » (NF C 11-001) ;
- l'Arrêté du 24 décembre 2007 relatif aux niveaux de qualité et aux prescriptions techniques en matière de qualité des réseaux publics de distribution et de transport d'électricité ;
- les normes NF, UTE et règles de l'art, dont les principales : NF C 11-201 et NF C 14-100 ;
- le cahier des charges de concession avec le SIEEDV.

## 1.2. Textes réglementaires concernant le raccordement des utilisateurs

La réglementation des raccordements a fortement évolué et est soumise à l'application des textes réglementaires suivants :

- Loi N°2000-108 du 10 février 2000 relative à la modernisation et au développement du service public de l'électricité ;
- Décret 2007-1280 du 28 août 2007 relatif à la consistance des ouvrages de branchement et d'extension des raccordements aux réseaux publics d'électricité ;
- Décret 2003-229 du 13 mars 2003, arrêtés du 13 mars 2003 et modificatif du 6 octobre 2006 ;
- Arrêté du 28 août 2007 fixant les principes de calcul de la contribution ;
- Arrêté du 17 juillet 2008 fixant les taux de réfaction.

## 1.3. Tenue de la tension

La tension normale de distribution BT est régie par l'arrêté interministériel du 24 décembre 2007. Celui-ci fixe à 230 / 400 V le niveau de la tension nominale. Il définit des valeurs minimales et maximales admissibles (valeurs moyennées sur 10 mn), correspondant à une plage de [-10%, +10%] autour des valeurs nominales :

	Tension minimale	Tension maximale
En monophasé	207 V	253 V
En triphasé	360 V	440 V

Il définit également la valeur maximale admissible du gradient de chute de tension : 2%. Ce dernier correspond à la chute de tension supplémentaire générée en un point du réseau si 1 kW monophasé est rajouté en ce même point.

# 2. Structure des réseaux BT

## 2.1. Généralités

Les zones agglomérées correspondent à des densités de charge moyennes ou importantes. Toutes les rues sont canalisées d'un côté, voire même des deux côtés si le réseau est très dense. Le réseau existant peut être aérien ou souterrain. Le nouveau réseau est presque exclusivement souterrain et se substitue, au fur et à mesure que croissent les charges, au réseau aérien. Les terrains étant en général difficiles à trouver pour créer de nouveaux postes HTA/BT, les raccordements d'immeuble sont autant d'opportunités à étudier pour négocier un local avec le promoteur. Le reste du temps, au fur et à mesure que croissent les charges, l'augmentation de la taille des postes HTA/BT existants et du nombre de départs BT par poste HTA/BT est à privilégier.

Les zones non agglomérées correspondent à des densités de charge réduites ou moyennes. Elles se rencontrent jusqu'en périphérie des bourgs. Les charges sont disséminées et leur répartition sur le territoire aléatoire. Le réseau aérien est prédominant. Le nouveau réseau devra être très majoritairement souterrain.

## 2.2 Postes et transformateurs HTA/BT

Un réseau de distribution BT est issu d'un poste HTA/BT, appelé aussi poste de distribution publique. Deux catégories de poste HTA/BT sont présentes sur les ouvrages de distribution publique :

- Les postes HTA/BT sur poteau : ces postes HTA/BT de puissance limitée (50 à 160 kVA) sont alimentés via un réseau aérien HTA ;
- Les postes HTA/BT préfabriqués ou en immeuble : ces postes HTA/BT sont raccordés via une liaison souterraine ou aéro-souterraine HTA :
  - postes HTA/BT préfabriqués ruraux compacts simplifiés (PRCS): puissance de 50 à 160 kVA,
  - poste HTA/BT préfabriqué au sol simplifié (PSS) : puissance de 50 à 250 kVA,
  - poste HTA/BT préfabriqué urbain compact (PUC) : puissance de 50 à 1 000 kVA,
  - poste HTA/BT préfabriqué à couloir de manœuvre (PAC) : puissance de 50 à 1 000 kVA,
  - poste HTA/BT en immeuble : puissance de 50 à 1 000 kVA.

Un poste HTA/BT contient :

- 1 transformateur ;
- 8 départs maximum par transformateur > 250 kVA ;
- 4 départs maximum par transformateur = 250 kVA (hors H61) ;
- 1 à 2 départs pour un poste HTA/BT sur poteau ou un PRCS.

La création d'un nouveau poste HTA/BT résulte :

- soit de l'apparition d'une nouvelle charge importante (raccordement) ;
- soit de l'évolution des charges existantes, provoquant une contrainte sur le réseau.

Un poste HTA/BT neuf est placé de façon à desservir au mieux les charges à alimenter. Il doit respecter la structure HTA existante, ou la structure cible à 5 ans si elle existe.

La position du poste HTA/BT neuf dépendra principalement d'un compromis entre le résultat de l'étude électrique et l'emplacement du terrain ou du local disponible pour l'y construire. L'article R332-16 du code de l'urbanisme (décret n° 70-254 du 20 mars 1970) prévoit la mise à disposition par les constructeurs et lotisseurs d'un terrain ou d'un local dans le cadre d'une opération immobilière.

Un poste HTA/BT doit être conforme aux prescriptions de la norme NF C 11-201, ainsi qu'à la documentation technique de référence publiée par SRD. Il doit être placé dans une zone non inondable ; si le seul emplacement disponible est situé dans une zone inondable, il sera mis hors d'eau à minima. SRD doit avoir à toute heure un accès facile et immédiat au poste HTA/BT pour effectuer les opérations nécessaires à l'exploitation du réseau. Les postes HTA/BT enterrés seront évités car leur réalisation est très onéreuse et les contraintes d'exploitation sont importantes.

## 2.3 Départs BT

L'architecture des réseaux BT est largement conditionnée par la voirie, la nature et la densité des constructions. Sauf cas particulier, la meilleure structure est la plus simple : de type arborescent, le moins de longueur possible, sections de conducteur uniques ou décroissantes.

Les réseaux BT peuvent être réalisés en lignes aériennes (torsadé) ou en câbles souterrains. La technique de réalisation doit être conforme aux dispositions du cahier des charges de concession en vigueur. Si la technique de réalisation est libre, c'est-à-dire non imposée par l'environnement ou par le cahier des charges de concession, elle sera à choisir en fonction :

- du dimensionnement électrique ;
- de la densité de charge de la zone et de son évolutivité ;
- du contexte esthétique ;
- du moindre coût des travaux.

Les contraintes électriques imposent une section minimale de conducteurs à respecter. Les sections à utiliser pour le réseau BT sont :

- en aérien, 70 et 150 mm<sup>2</sup> Alu ;
- en souterrain, 150 et 240 mm<sup>2</sup> Alu, et éventuellement 95 mm<sup>2</sup> Alu.

La section 95 mm<sup>2</sup> Alu sera toujours réservée aux voies non évolutives et peu chargées. En effet, les coûts des tranchées et des réfections de voirie sont tels, comparés au coût des câbles, qu'il ne sera jamais avantageux de poser une canalisation de petite section si son renforcement est à envisager quelques années plus tard.

Sur un réseau souterrain, il est nécessaire de prévoir des points de coupure intermédiaires (émergences), placés de manière à réduire le temps de coupure lors de dépannage du réseau.

### 3. Principes généraux concernant le développement des réseaux

Pour assurer la cohérence de développement du réseau, ainsi que pour répondre à son obligation d'objectivité et de non-discrimination, SRD applique des principes de développement du réseau communs aux dossiers de raccordement et aux dossiers à l'initiative de SRD (par exemple : levée de contraintes suite à l'accroissement de fond des charges, etc...).

#### 3.1. Seuils de contrainte électrique

##### 3.1.1. Principe des seuils de contrainte

Les valeurs électriques énoncées ci-après (intensité, tension, gradient) sont calculées avec les outils développés par SRD, basés sur une modélisation des charges et une description topologique du réseau.

##### 3.1.2. Contrainte d'intensité

###### Sur les transformateurs HTA/BT

Un transformateur est en contrainte d'intensité lorsque sa charge est supérieure ou égale à 110%.

###### Sur les câbles

Un câble est en contrainte lorsque l'intensité max. transitant dans le câble est supérieure ou égale à son intensité max. admissible.

L'intensité max. admissible du câble est réduite si le câble passe sous fourreau ou s'il est à proximité d'autres câbles (écartement de 20 cm) à partir de 10 m de parcours commun (Norme NF C 14-100). Le facteur de correction suivant doit être appliqué :

	Câble(s) enterré(s) directement	Câble(s) sous fourreau(x)
1 câble	1	0.8
2 câbles	0.85	0.7
3 câbles	0.78	0.62
4 câbles	0.72	0.58

##### 3.1.3 Contrainte de tension

Il y a contrainte de tension lorsque la chute de tension (ligne HTA + transformateur HTA/BT + ligne BT) est supérieure à 10%. On parle alors de Clients Mal Alimentés (CMA).

Ce seuil est lié au plan de tension en vigueur sur le réseau HTA et BT, détaillé en annexe.

##### 3.1.4 Contrainte de gradient

Le gradient de chute de tension est la chute de tension supplémentaire générée en un point du réseau si 1 kW monophasé est rajouté en ce même point. Il doit être = 2% pour assurer une qualité de tension correcte chez les clients.

#### 3.2 Dimensionnement des ouvrages

##### 3.2.1 Le dimensionnement économique

Le dimensionnement des ouvrages n'est pas uniquement basé sur les seuils de contraintes électriques précisés dans les paragraphes précédents, mais prend en compte d'autres critères tels que les pertes électriques. Ce principe de dimensionnement économique, en lieu et place du seul dimensionnement technique, est largement répandu chez tous les exploitants de réseaux électriques, qu'il s'agisse de réseaux publics ou de réseaux privés. Les principes du calcul du dimensionnement économique figurent d'ailleurs très fréquemment dans les catalogues des fournisseurs de matériel : câbles, transformateur, etc.

Le principe de dimensionnement économique revient à choisir un palier technique qui est un optimum technico-économique. Le palier technique retenu est celui qui présente le coût minimal sur la durée de vie de l'ouvrage, ce coût étant égal à la somme du coût d'établissement et du coût d'exploitation actualisé.

### 3.2.2 Transformateurs HTA/BT

Pour choisir la puissance nominale d'un transformateur lors d'une mise en service ou après mutation, le domaine d'utilisation suivant sera retenu :

Puissance nominale du transformateur	100 kVA	160 kVA	250 kVA	400 kVA	630 kVA	1000 kVA (*)
Puissance maxi transitée dans le transformateur	85 kW	135 kW	210 kW	335 kW	525 kW	835 kW

Ce dimensionnement optimise les pertes Fer et Joule et intègre une évolution des charges sur plusieurs années pour éviter l'installation d'un transformateur sous-dimensionné à la construction.

Il ne s'applique pas à un transformateur alimentant un lotissement neuf, dont le dimensionnement spécifique est décrit au § 4.6.4.

### 3.2.3 Départs BT

La section économique de câble sera utilisée systématiquement pour optimiser les pertes Joule. Le 95<sup>2</sup> Alu souterrain sera toujours réservé aux voies non évolutives (impasse...).

Pour toute création de nouveau réseau réalisé pour alimenter de nouveaux utilisateurs, la section économique fonction de la puissance et du type de raccordement sera mise en œuvre :

- raccordement de consommateurs ≤ 36 kVA (individuel, immeuble ou lotissement),

Section économique du nouveau réseau	Aérien		Souterrain		
	70 <sup>2</sup> Alu	150 <sup>2</sup> Alu	95 <sup>2</sup> Alu (*)	150 <sup>2</sup> Alu	240 <sup>2</sup> Alu
Puissance de raccordement	<60 kVA	≥60 kVA et <120 kVA	<60 kVA	<120 kVA	≥120 kVA

(\*) réservé à l'alimentation d'1 ou 2 clients dans une voie non évolutive (impasse...)

- raccordement de consommateurs > 36 kVA,

Section économique du nouveau réseau	Aérien		Souterrain	
	70 <sup>2</sup> Alu	150 <sup>2</sup> Alu	150 <sup>2</sup> Alu	240 <sup>2</sup> Alu
Puissance de raccordement	<60 kVA	≥60 kVA et <120 kVA	<90 kVA	≥90 kVA

Dans le cas de remplacements d'ouvrages existants, la section économique ci-dessous sera utilisée, en tenant compte de la puissance maxi transitée dans le tronçon de réseau concerné :

Section économique du nouveau réseau	Aérien		Souterrain	
	70 <sup>2</sup> Alu	150 <sup>2</sup> Alu	150 <sup>2</sup> Alu	240 <sup>2</sup> Alu
Puissance de raccordement	<50 kW	≥50 kW	<70 kW	≥70 kW

## 4. Raccordement de nouveaux utilisateurs consommateurs

### 4.1. Notion de raccordement de référence

La notion de raccordement de référence figure dans l'arrêté du 28 août 2007. C'est le raccordement qui :

- est nécessaire et suffisant pour satisfaire l'alimentation en énergie électrique des installations du demandeur à la puissance de raccordement demandée ;
- emprunte un tracé techniquement et administrativement réalisable, en conformité avec les dispositions du cahier des charges de la concession ;
- est conforme à la documentation technique de référence publiée par SRD ;
- minimise la somme des coûts de réalisation des ouvrages de raccordement.
- Le raccordement de référence doit en particulier respecter :
  - les seuils de contraintes électriques pour le nouvel utilisateur raccordé, ainsi que pour les utilisateurs existants alimentés par le même transformateur HTA/BT que le nouvel utilisateur (§ 3.1);
  - le dimensionnement technico-économique des ouvrages (§ 3.2) ;
  - les règles du plan de protection de SRD.

La puissance de raccordement est celle définie par l'utilisateur, en cohérence avec les paliers éventuels du segment considéré. Elle correspond à la puissance maximale que pourra souscrire l'utilisateur. Les ouvrages doivent donc être en capacité d'accueillir la puissance de raccordement demandée.

### 4.2. Détermination du raccordement de référence

#### 4.2.1. Tracé et section du réseau créé

Le raccordement sera étudié jusqu'au point du réseau BT existant le plus proche, ou jusqu'au poste HTA/BT le plus proche (existant ou à prévoir dans le cadre de l'étude), selon la puissance de raccordement demandée et la topologie du réseau.

Pour toute création de réseau réalisée pour alimenter le(s) nouveau(x) utilisateur(s), la section économique de câble fonction du type d'utilisateur (C5, C4, immeuble, lotissement) sera utilisée.

Le plan de protection des réseaux BT et la coordination des protections transformateur HTA/BT - réseau - branchement client doivent également être pris en compte dans le choix de la solution de référence.

#### 4.2.2 Etude de raccordement

L'impact de la nouvelle installation sur les ouvrages est étudié avec la puissance de raccordement, sans prendre en compte l'évolutivité des charges.

Les travaux pour lever des contraintes qui préexistent ne doivent pas être mis à la charge de l'opération de raccordement. Dans le cadre de l'étude, c'est à partir d'une situation remise à niveau par rapport aux seuils définis dans le §3.1 que la solution de référence est déterminée.

#### 4.2.3 Solutions possibles pour lever une contrainte

L'analyse et la résolution des contraintes sont menées dans l'ordre suivant :

- contrainte d'intensité sur le transformateur ;
- contrainte d'intensité sur le réseau ;
- contrainte de tension ;
- contrainte de gradient.

En effet, la levée d'une contrainte en amont permet souvent de lever une contrainte en aval.

Les solutions possibles sont :

- le changement du transformateur HTA/BT ;
- le changement de section des conducteurs ;
- l'accroissement du nombre de départs ;
- la création d'un poste HTA/BT supplémentaire.

#### 4.2.4 Solution retenue

SRD peut réaliser une opération de raccordement différente du raccordement de référence :

- S'il la réalise à la demande de l'utilisateur ou de la commune, le demandeur prend à sa charge tous les surcoûts éventuels.
- S'il décide de le faire de sa propre initiative, SRD prend à sa charge tous les surcoûts éventuels.

#### Remarque :

La réalisation d'une solution différente du raccordement de référence est possible, mais la recherche systématique par SRD d'une solution alternative à sa charge financière reste de son initiative.

#### Exemple : création d'un départ BT neuf pour raccorder un client

Si la zone d'étude est agglomérée et dense, et que la solution de référence est de réaliser un départ neuf en 150<sup>2</sup> Alu souterrain, SRD peut choisir dans certains cas de réaliser le tronçon en sortie de poste HTA/BT en 240<sup>2</sup> Alu souterrain. Cette solution permettra de répondre à une croissance en profondeur (hors nouveaux raccordements). Le surcoût sera à la charge de SRD.

### 4.3. Raccordement d'un ou deux consommateurs individuels =< 36 kVA

#### 4.3.1. Puissance de raccordement

L'utilisateur choisit sa puissance de raccordement en cohérence avec les paliers définis dans le barème de facturation. Sa puissance de raccordement doit être supérieure ou égale à sa puissance souscrite. Pour une demande groupée de 2 utilisateurs, les puissances de raccordement seront additionnées.

#### 4.3.2. Sections économiques

Si le raccordement nécessite une création de réseau, il sera réalisé :

- en aérien, en 70<sup>2</sup> Alu ;
- en souterrain :
  - en 95<sup>2</sup> Alu si la puissance de raccordement est < 60 kVA et que le réseau créé est dans une voie non évolutive (impasse...);
  - en 150<sup>2</sup> Alu dans les autres cas.

### 4.4 Raccordement d'un consommateur individuel > 36 kVA

#### 4.4.1. Puissance de raccordement

L'utilisateur choisit sa puissance de raccordement au kVA près. Cette puissance de raccordement doit être supérieure à la puissance souscrite et aux prévisions de dépassement de puissance souscrite.

#### 4.4.2. Sections économiques

Si le raccordement nécessite une création de réseau, elle sera réalisée avec les sections ci-dessous :

Section économique	Aérien		Souterrain	
	70 <sup>2</sup> Alu	150 <sup>2</sup> Alu	150 <sup>2</sup> Alu	240 <sup>2</sup> Alu
Puissance de Raccordement	< 60 kVA	≥ 60 et < 120 kVA	< 90 kVA	≥ 90 kVA

Un utilisateur sera alimenté par un départ BT direct neuf à partir de 120 kVA de puissance de raccordement (obligatoire pour la sélectivité des protections). La puissance de ce départ est limitée à 250kVA (NF C 14-100).

### 4.5. Raccordement d'un immeuble (>= 3 utilisateurs)

Dans ce paragraphe, on désigne sous le terme d'immeuble toute opération de raccordement d'un collectif vertical.

#### 4.5.1. Puissance de raccordement

Le promoteur définit en concertation avec SRD, dans le respect de la NF C14-100 :

- la puissance des utilisateurs domestiques, avec ou sans chauffage électrique ;
- la puissance des utilisateurs non domestiques =< 36 kVA (y compris les services généraux) ;
- la puissance de raccordement de chaque utilisateur > 36 kVA s'il y en a, comme au § 4.4.1.

La puissance de raccordement est calculée en faisant la somme des puissances. Seules les puissances des utilisateurs domestiques sont pondérées.

Pour étudier l'impact de l'immeuble sur les ouvrages électriques existants, on simule le raccordement d'une charge dont la puissance est égale à la puissance de raccordement de l'immeuble.

#### 4.5.2. Sections économiques

Si le raccordement nécessite une création de réseau, elle sera réalisée avec les sections ci-dessous :

	Aérien		Souterrain		
Section économique	70 <sup>2</sup> Alu	150 <sup>2</sup> Alu	95 <sup>2</sup> Alu (*)	150 <sup>2</sup> Alu	240 <sup>2</sup> Alu
Puissance de Raccordement	< 60 kVA	≥ 60 et < 120 kVA	< 60 kVA	< 120 kVA	≥ 120 kVA

(\*) réservé aux voies non évolutives (impasse...)

#### 4.5.3. Immeuble raccordé au poste HTA/BT

##### Départ BT neuf

Un départ neuf alimentant l'immeuble doit être dimensionné pour que la chute de tension max. dans le réseau n'excède pas 5%. Ce seuil intègre une évolution des charges sur plusieurs années pour éviter la réalisation d'un réseau saturé à la construction.

##### Poste HTA/BT neuf

En fonction de la puissance de raccordement, la création d'un poste HTA/BT peut être nécessaire pour alimenter l'immeuble. La solution technique est déterminée par SRD. Le génie civil du poste HTA/BT et le transformateur seront dimensionnés de façon à ce qu'ils puissent transiter la puissance de raccordement.

#### 4.6. Raccordement d'un collectif horizontal (≥ 3 utilisateurs)

Le paragraphe suivant ne s'applique pas aux zones d'activités et aux zones industrielles.

##### 4.6.1. Puissance de raccordement

Lorsque l'opération est un lotissement constitué de pavillons seuls, le promoteur définit en concertation avec SRD, dans le respect de la NF C 14-100, la puissance correspondant à chaque parcelle. La puissance de raccordement est calculée en faisant la somme des puissances pondérées.

La NF C 14-100 ne traitant que des lotissements, lorsque l'opération est constituée de pavillons, d'immeubles d'habitation et de quelques utilisateurs non domestiques (petit centre commercial, crèche par exemple), le principe suivant sera appliqué.

Le promoteur définit en concertation avec SRD la puissance correspondant à :

- chaque pavillon : dans le respect de la NF C14-100 ;
- chaque immeuble : selon le § 4.5.1 ;
- chaque utilisateur non domestique : selon les § 4.3.1 et 4.4.1.

La puissance de raccordement est calculée en faisant la somme des puissances. Seules les puissances des utilisateurs domestiques sont pondérées.

Ces deux types d'opération seront repris sous le terme « lotissement » dans les paragraphes suivants.

Pour étudier l'impact du lotissement sur les ouvrages électriques existants, on simule le raccordement d'une charge dont la puissance est égale à la puissance de raccordement du lotissement.

##### 4.6.2. Sections économiques

Si le raccordement nécessite une création de réseau (en dehors de la desserte intérieure du lotissement), elle sera réalisée avec les sections ci-dessous :

	Aérien		Souterrain		
Section économique	70 <sup>2</sup> Alu	150 <sup>2</sup> Alu	95 <sup>2</sup> Alu (*)	150 <sup>2</sup> Alu	240 <sup>2</sup> Alu
Puissance de raccordement	< 60 kVA	≥ 60 et < 120 kVA	< 60 kVA	< 120 kVA	≥ 120 kVA

(\*) réservé aux voies non évolutives (impasse...)

#### 4.6.3. Dimensionnement du réseau BT à l'intérieur du lotissement

La section de chaque tronçon à l'intérieur du lotissement respectera le dimensionnement de la NF C14-100 :

Section	Souterrain		
	95 <sup>2</sup> Alu (*)	150 <sup>2</sup> Alu	240 <sup>2</sup> Alu
Puissance transitée	< 60 kVA	< 120 kVA	≥ 120 et ≤ 180 kVA

(\*) réservé aux voies non évolutives (impasse...)

La puissance transitée dans un tronçon du réseau BT sera calculée en faisant la somme des puissances sur ce tronçon et celles des tronçons en aval, selon la même méthode que dans le § 4.6.1.

#### 4.6.4. Lotissement raccordé au poste HTA/BT

##### Départ BT neuf

Un départ neuf alimentant un lotissement doit être dimensionné pour que la chute de tension max. dans le réseau n'excède pas 5%, la puissance du départ étant limitée à 180 kVA (NF C 14-100).

##### Poste HTA/BT neuf

En fonction de la taille de l'opération, le raccordement de référence peut nécessiter la création d'un ou plusieurs poste(s) HTA/BT. La solution technique est déterminée par SRD.

Le génie civil du poste HTA/BT est dimensionné de manière à pouvoir accueillir un transformateur de puissance nominale immédiatement supérieure à la puissance de raccordement du lotissement. Ce dimensionnement intègre une évolution des charges sur plusieurs années pour éviter l'installation d'un poste HTA/BT sous-dimensionné à la construction.

La puissance nominale du transformateur à installer est déterminée à partir du domaine d'utilisation suivant :

Puissance nominale	100 kVA <sup>(1)</sup>	160 kVA <sup>(1)</sup>	250 kVA	400 kVA	630 kVA	1 000 kVA <sup>(2)</sup>
Puissance de raccordement	< 120 kVA	≥ 120 et < 180 kVA	≥ 180 et < 270 kVA	≥ 270 et < 425 kVA	≥ 425 et < 660 kVA	≥ 660 et < 1030 kVA

(1) Pour une puissance de raccordement inférieure à 180 kVA, l'étude doit privilégier un raccordement BT à partir des postes HTA/BT existants. Si la création d'un poste HTA/BT est nécessaire, la solution d'un poste HTA/BT sur poteau ne sera pas retenue. Cette disposition assure une cohérence avec l'objectif de développement du réseau HTA en souterrain d'une part, et avec la réalisation de la desserte intérieure du lotissement en souterrain, imposé par la NF C 14-100, d'autre part.

(2) La mise en service des transformateurs 1000 kVA sera limitée aux zones urbaines denses.

# Annexe – Plan de tension

## 1. Tension nominale et variations de tension

### 1.1. Définition

Les niveaux de tension sur les réseaux électriques se caractérisent par une tension nominale  $U_0$  (230/400 V en BT, 20 kV en HTA) et par un écart (%) toléré par rapport à cette tension nominale. Les écarts de tension relatifs  $\Delta U$  (positifs ou négatifs) exprimés en % correspondent au rapport entre la variation absolue de la tension et la tension nominale. Ils s'additionnent algébriquement le long d'un réseau. Par simplification d'écriture, les chutes de tension relatives exprimées en % sont notées :

$$\Delta U_{HTA} (\%) = \Delta U_{HTA \text{ absolue}} / U_{0 HTA}$$

$$\Delta U_{BT} (\%) = \Delta U_{BT \text{ absolue}} / U_{0 BT}$$

### 1.2. Applications aux réseaux de distribution

Pour un point de livraison d'un utilisateur raccordé en HTA ou en BT, la tension constatée en ce point de livraison s'exprime sous la forme  $U_0 - \Delta U$ ,  $\Delta U$  étant la somme des écarts de tension positifs ou négatifs apparaissant sur les différents éléments constituant le réseau en amont du point de livraison. C'est à dire les différents  $\Delta U$  élémentaires positifs ou négatifs dus au réglage du transformateur HTB/HTA du poste source ;

- en ligne sur le réseau HTA ;
- dans le transformateur HTA/BT ;
- en ligne sur le réseau BT ;
- dans le branchement du client.

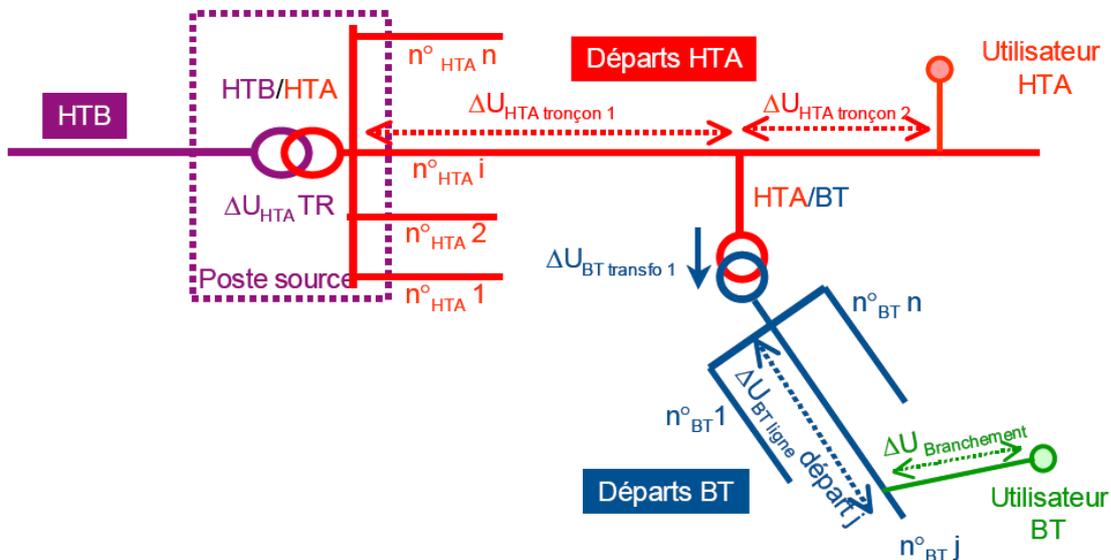


Fig 1 : Evolution de la tension le long des réseaux HTA et BT

Ces écarts de tension élémentaires dépendent :

- des transits d'énergie active et réactive dans chaque élément du réseau ;
- des caractéristiques physiques des réseaux (longueurs, sections, matériaux... ) ;
- des moyens de réglages de la tension qui permettent de compenser partiellement certains écarts de tension.

Ces écarts de tension peuvent présenter des caractéristiques de durée très différentes selon les phénomènes à leur origine :

- certains écarts de tension de durée courte sont inhérents au fonctionnement normal du réseau et ne peuvent être éliminés. Il s'agit notamment de ceux résultants de l'élimination de défaut électrique

(quelques centaines de ms à quelques dizaines de secondes), ou de ceux résultants de l'action du régulateur en charge du transformateur HTB/HTA ;

- les écarts de tension résultant des variations normales des charges des utilisateurs du réseau sont pris en compte lors de la conception du réseau et des moyens de réglage associés, afin de les contenir dans une plage de valeurs. Ces écarts de tension sont caractérisés par leur valeur moyennée sur 10 minutes et sont dénommés dans la suite du texte sous le vocable de « Variations Lentes de tension ».

### 1.3. Les engagements sur la qualité de la tension

Les engagements contractuels ou réglementaires décrits ci-dessous portent sur les Variations Lentes de tension :

- un consommateur BT est considéré comme correctement desservi selon le décret 2007-1826 relatif au niveau de qualité sur les réseaux publics et son arrêté d'application dès lors que la tension au point de livraison varie dans un intervalle entre + 10 % et – 10 % par rapport à la tension nominale ( $U_0 = 230 \text{ V}$  en monophasé BT et  $400 \text{ V}$  en triphasé BT) ; cette tension est mesurée en valeurs moyennées sur un pas de temps de 10 minutes selon une méthode conforme à la norme CEI 61400-4-30 ;
- pour un utilisateur HTA, les clauses d'accès au réseau des contrats stipulent que la tension doit être au point de livraison comprise entre +5% et –5% autour d'une valeur contractuelle, elle aussi comprise entre +5% et –5% autour de la tension nominale HTA  $U_0$  ; la mesure de la tension s'effectue selon la même méthode que ci-dessus.

Exemple pour  $U_0 = 20 \text{ kV}$  :

Tension contractuelle  $U_c$  :  $U_c$  est située dans la plage  $U_0 \pm 5\%$  (19000 à 21000 V), par exemple 19500 V ;

Tension de fourniture  $U_f$  : pour la valeur de  $U_c = 19500 \text{ V}$ ,  $U_f$  est située dans la plage 18525 V – 20475 V.

Le point de livraison auquel s'appliquent les engagements relatifs à la qualité de la tension est défini soit en BT par la norme NF C 14-100, soit pour la HTA par les documents contractuels. A titre d'exemple :

- en BT, pour les installations dont la puissance de raccordement est inférieure ou égale à 36kVA, le point de livraison est constitué par les bornes aval de l'appareil général de protection coupure (disjoncteur de branchement) ;
- en HTA, pour un utilisateur desservi par un réseau souterrain en concession, le point de livraison est constitué par la tête de câble du raccordement de ce réseau sur le poste de livraison de l'utilisateur ;
- en HTA, pour un utilisateur desservi par un réseau aérien en concession, le point de livraison est constitué par les chaînes d'ancrage du réseau aérien en concession sur le support utilisé pour le raccordement du câble desservant le poste de livraison de l'utilisateur.

## 2. Le réglage de la tension sur le réseau

Pour compenser les écarts de tension en variations lentes, il existe sur les réseaux deux dispositifs de réglage de la tension situés au niveau des postes de transformation :

- le régulateur en charge pour les postes HTB/HTA ;
- les prises à vide pour les postes HTA/BT.

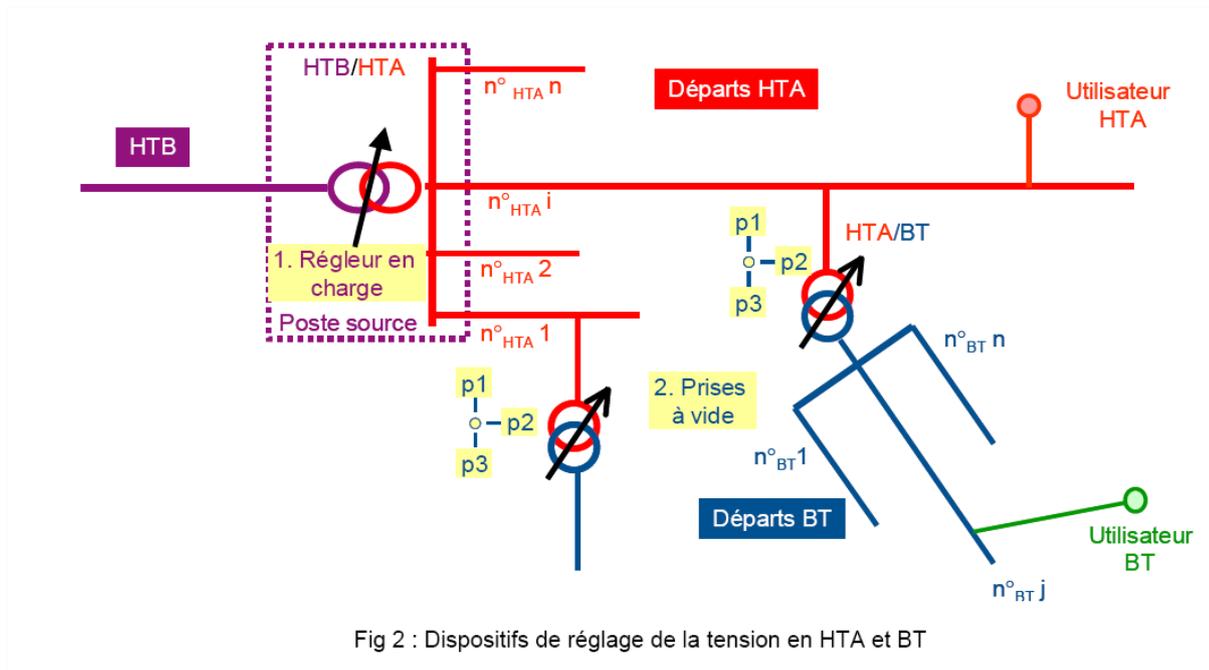


Fig 2 : Dispositifs de réglage de la tension en HTA et BT

## 2.1. L'action du régleur en charge

Les transformateurs HTB/HTA sont équipés d'un régleur en charge qui permet d'insérer ou de retrancher des spires d'enroulements supplémentaires, et modifier ainsi le rapport de transformation. Cet ajustement se fait de façon discontinue, par pas, dénommé « passage de prise ».

Ce dispositif ajuste le rapport de transformation en temps réel et sans coupure pour satisfaire à la loi de réglage de la tension. La vitesse de réglage est de l'ordre d'une minute pour le premier passage de prise puis de l'ordre d'une dizaine de seconde pour le passage des prises suivantes dans la foulée du premier passage.

La loi de réglage usuelle consiste à maintenir le niveau de la tension sur le jeu de barres HTA à une valeur de consigne (choisie dans la plage  $U_0$  à  $U_0 + 5\%$ ). Ceci permet à la fois d'effacer les variations lentes de tension dues au réseau HTB ainsi que celles internes dues au transformateur HTB/HTA, et de compenser une partie des variations de tension sur le réseau. La valeur de consigne peut être automatiquement corrigée en fonction du courant dans le transformateur (compoundage actif).

## 2.2. L'action des prises à vide

Chaque transformateur HTA/BT est équipé de trois prises de transformation fixes. Elles correspondent chacune à une valeur différente du rapport de transformation et apportent ainsi un terme correctif constant à la tension BT issue du circuit secondaire du transformateur.

Deux générations de transformateurs existent sur les réseaux BT :

- les transformateurs « ancienne génération » 20 kV / 400 V dont les prises à vide permettent de faire varier la tension de -2,5 %, 0 % ou + 2,5 % par rapport à 400 V ;
- les transformateurs « nouvelle génération » 20 kV / 400 V dont les prises à vide permettent d'augmenter la tension de 0 %, +2,5 % ou + 5 % par rapport à 400 V.

Cette prise est manœuvrable manuellement et exclusivement hors tension, par conséquent sa modification doit rester tout à fait exceptionnelle et incompatible avec un ajustement à des contraintes saisonnières.

## 2.3. Détermination des paramètres du réglage de la tension

Pour que les variations lentes de tension des utilisateurs HTA et BT restent dans une plage contractuelle (cas des utilisateurs HTA) ou réglementaire (décret 2007-1826 pour les consommateurs BT), les paramètres de réglage de la tension doivent être optimisés globalement, afin de prendre en compte que :

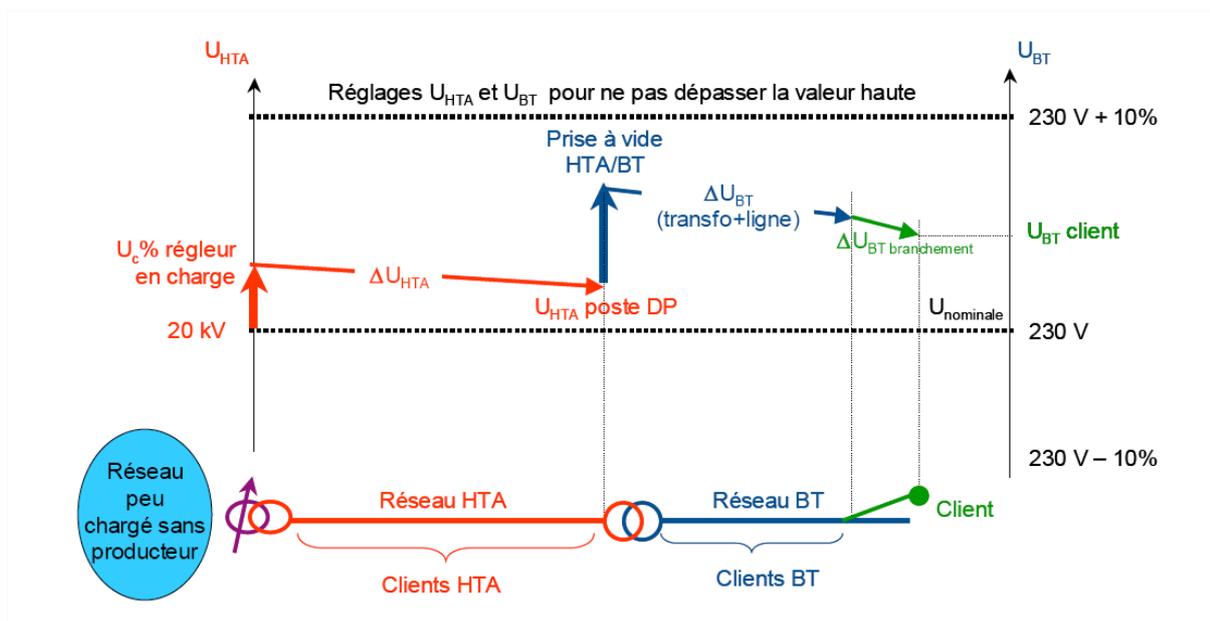
- le plan de tension du réseau BT est directement lié au plan de tension du réseau HTA,
- le plan de tension du réseau HTA est rendu indépendant du plan de tension du réseau HTB grâce au régleur en charge du transformateur HTB/HTA, dans les limites de réglage de ce dernier.

Définir les paramètres de réglage du plan de tension du réseau de distribution consiste donc à définir :

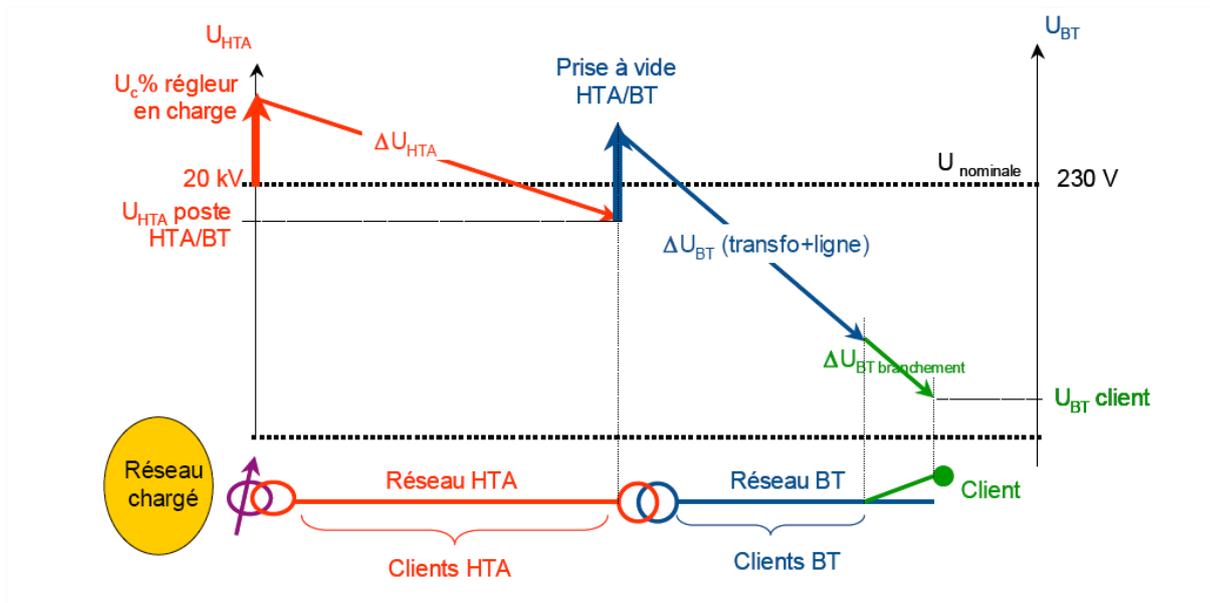
- la valeur de consigne du régleur en charge du transformateur HTB/HTA, cette valeur de consigne s'appliquant alors à l'ensemble des départs HTA desservis par ce transformateur, en schéma normal et en secours ;
- la prise de réglage de chaque transformateur HTA/BT.

Le choix de ces paramètres doit assurer au point de livraison le respect de la tension en variations lentes lors des différentes situations que connaîtra le réseau de distribution au cours de l'année :

- Aux périodes de faible charge sur les réseaux avec des variations de tension en ligne quasi-nulles (voire négatives en présence de producteurs), éviter pour les consommateurs BT les surtensions au-delà de :  $U > U_0 \text{ UHTA}$ .



- Aux périodes de forte charge, avec ou sans la production décentralisée, éviter pour les consommateurs BT des chutes de tension en deçà de :  $U < U_0 - 10\%$  et pour les utilisateurs HTA, une tension  $U_f < U_c - 5\%$ .



Outre les différentes hypothèses de charge sus mentionnées, le niveau de tension en variations lentes de tension doit respecter les engagements contractuels ou réglementaires quelle que soit la position de l'utilisateur sur le réseau :

- utilisateur HTA proche du poste HTB/HTA ou en extrémité du départ HTA ;
- consommateur BT proche du poste HTA/BT ou à l'extrémité du départ BT, et ce quelque soit la position du poste HTA/BT sur le réseau HTA (proche du poste HTB/HTA ou en extrémité du départ HTA).