

Principes d'étude et règles techniques pour déterminer une solution technique de raccordement ou de modification du raccordement au Réseau Public de Distribution géré par Enedis

Identification :	Enedis-NMO-RAC_007E
Version :	1
Nb. de pages :	28

Version	Date d'application	Nature de la modification	Annule et remplace
1	03/12/2024	Création	Enedis-PRO-RES_43E, Enedis-PRO-RES_05E, Enedis-PRO-RES_50E, Enedis-PRO-RES_06E, Enedis-NOI-RES_07E

Document(s) associé(s) et annexe(s) :

Enedis-NMO-RES_011E – Structure des réseaux et des ouvrages composant le Réseau Public de Distribution géré par Enedis

Enedis-MOP-RES_002E - Paramètres technico-économiques de référence

Résumé / Avertissement

Ce document décrit les principes d'étude et les règles techniques pour :

- raccorder au réseau BT ou HTA l'installation d'un nouvel utilisateur consommateur et/ou producteur ;
- raccorder au réseau HTA l'alimentation de secours de l'installation d'un utilisateur consommateur ayant son alimentation principale en HTA ou en HTB ;
- modifier le raccordement d'un utilisateur consommateur et/ou producteur BT ou HTA, suite à une demande d'augmentation ou de diminution de puissance. Pour un consommateur HTA, la modification peut concerner l'alimentation principale, complémentaire et/ou secours.

Ces règles d'étude et de conception s'appliquent également aux réseaux de distribution publics à construire dans le périmètre des zones d'aménagement.

SOMMAIRE

1 — Contexte et plan du document.....	4
2 — Environnement contractuel, réglementaire et technique.....	5
2.1. Dispositions réglementaires et normatives concernant le raccordement des utilisateurs.....	5
2.2. Engagements du Contrat de Service Public.....	6
2.3. Documentation technique en lien avec cette note.....	7
3 — Éléments communs à toutes les études.....	8
3.1. Convention utilisée.....	8
3.2. Implantation du point de livraison sur le site de raccordement.....	9
3.3. Réseau et file d'attente à prendre en compte.....	9
3.4. Solutions techniques de raccordement.....	9
3.5. Vérification de l'absence de contrainte électrique.....	10
3.5.1. Levée des contraintes à l'état initial.....	10
3.5.2. Levée de contrainte suite à l'ajout du nouveau raccordement.....	11
3.5.3. Coefficients de proximité.....	11
4 — Éléments spécifiques aux études HTA.....	12
4.1. Précisions sur les puissances de raccordement.....	12
4.2. Structure de raccordement.....	12
4.2.1. Raccordement sur un départ existant.....	12
4.2.1.1. Types de raccordement.....	14
4.2.1.2. Départ en double dérivation.....	15
4.2.2. Raccordement en départ direct.....	16
4.3. Hypothèses pour vérifier l'absence de contrainte.....	16
4.3.1. Situations de référence.....	16
4.3.2. Prise en compte des alimentations secours des clients existants.....	17
4.3.3. Coefficients de foisonnement et modélisation spécifique des charges en file d'attente ou récemment raccordées.....	19
4.4. Tension contractuelle.....	20
4.5. Éléments spécifiques aux raccordements de producteurs.....	21
4.5.1. Détermination du réglage en réactif.....	21
4.5.1.1. Dispositions constructives sur les Installations.....	21
4.5.1.2. Raccordement en départ direct.....	21
4.5.1.3. Raccordement en départ mixte.....	22
4.5.2. ORA à modulation de puissance.....	22
4.6. Éléments spécifiques à l'étude de l'alimentation de secours d'un client consommateur.....	23
4.7. Éléments spécifiques aux études de raccordement de ZA.....	23
4.8. Éléments spécifiques aux études des perturbations.....	23

5 —	Eléments spécifiques aux études BT	23
5.1.	Précisions sur les puissances de raccordement	23
5.2.	Structure de raccordement.....	24
5.2.1.	Création d'un poste de distribution publique (DP)	24
5.2.1.1.	Insertion sur le départ HTA	24
5.2.1.2.	Emplacement du poste	24
5.2.1.3.	Dimensionnement du transformateur HTA/BT et choix de la prise	24
5.2.2.	Raccordement d'un utilisateur à partir de 120 kVA	25
5.3.	Hypothèses pour vérifier l'absence de contrainte	25
5.3.1.	Situations de référence	25
5.3.1.1.	Modélisation spécifique pour un raccordement collectif en immeuble ou en lotissement	26
5.3.1.2.	Modélisation spécifique pour le raccordement d'IRVE en résidentiel collectif, Infrastructure de Recharge de Véhicule Electrique	26
5.3.2.	Modélisation spécifique des clients en file d'attente et récemment raccordés	26
5.3.3.	Calcul des contraintes de tension.....	26
5.4.	Eléments spécifiques aux raccordements de producteurs.....	26
6 —	Eléments spécifiques aux études d'augmentation de puissance	27
7 —	Glossaire.....	28

1 — Contexte et plan du document

Ce document décrit les principes d'étude et les règles techniques pour :

- raccorder au réseau BT ou HTA l'installation d'un nouvel utilisateur consommateur et/ou producteur ;
- raccorder au réseau HTA l'alimentation de secours de l'installation d'un utilisateur consommateur ayant son alimentation principale en HTA ou en HTB ;
- modifier le raccordement d'un utilisateur consommateur et/ou producteur BT ou HTA, suite à une demande d'augmentation ou de diminution de puissance. Pour un consommateur HTA, la modification peut concerner l'alimentation principale, complémentaire et/ou secours.

Ces règles d'étude et de conception s'appliquent également aux réseaux de distribution publics à construire dans le périmètre des zones d'aménagement (cf. 4.7).

Un glossaire se trouve à la fin de ce document §7 —Glossaire.

Pour ces différents types de demandes de raccordement, **ce document explicite les principes d'étude et les règles techniques visant à déterminer des solutions techniques acceptables**. Les principes d'étude et les règles techniques décrites dans ce document s'appliquent aussi bien à l'Opération de Raccordement de Référence (ORR) qu'aux opérations de raccordement différentes de l'ORR, parfois nommées Solutions de Raccordement Alternatives¹. Ce document ne vise donc pas à décrire la méthodologie retenue pour aboutir à l'opération de raccordement présentée au demandeur, mais bien à définir des critères d'acceptabilité, auxquelles devront se conformer toutes les opérations de raccordement possibles.

Ce document commence par décrire les principes communs à l'ensemble des cas de raccordement ou de modification de raccordement (chapitre 3 —). Le chapitre 4 —décrit les éléments spécifiques aux études en HTA, et le chapitre 4.5 décrit les éléments spécifiques aux études en BT. Les éléments spécifiques aux études pour le raccordement de producteurs, en HTA d'une part et en BT d'autre part, seront décrits respectivement en 4.5 et en 5.4.

A noter que le raccordement ou la modification de raccordement d'un utilisateur BT nécessite aussi de réaliser une étude en HTA, dès lors que sa puissance de raccordement en soutirage ou en injection est supérieure ou égale à 36 kVA. De même, le raccordement d'un utilisateur en HTA nécessite de réaliser une étude en HTB dès lors que sa puissance de raccordement en soutirage ou en injection est supérieure ou égale à 4 MW ou à 5 % de la puissance souscrite du Poste Source. Le cas échéant, le dossier est transmis à RTE pour la réalisation de l'étude HTB.

Paragraphes concernés :	La demande de raccordement concerne une installation :	
	HTA	BT
Toujours applicables	3 — 4.1 à 4.4 et 4.8	3 — 5.1 à 5.3
Applicables si...	...production : 4.5 ...alimentation de secours contractuel : 4.6 ...zone d'aménagement : 4.7	...production : 5.4 ... $P_{\text{racc}} \geq 36$ kVA : 4.2 et 4.3

Une installation peut disposer de deux puissances de raccordement : une puissance en soutirage ($P_{\text{racc-sout}}$) et une puissance en injection ($P_{\text{racc-inj}}$).

Une installation purement consommatrice n'a pas de puissance de raccordement en injection (ou, de manière équivalente, sa puissance de raccordement en injection est nulle).

¹ L'ORR et les opérations alternatives sont définies dans les notes Enedis-PRO-RAC_20E, Enedis-NMO-RAC_006E, Enedis-PRO-RES_67E et Enedis-NMO-RAC_005E.

Principes d'étude et règles techniques pour déterminer une solution technique de raccordement ou de modification du raccordement au Réseau Public de Distribution géré par Enedis

Pour un utilisateur purement producteur, la $P_{\text{racc-inj}}$ est la puissance calculée par le Producteur à partir de la puissance nominale de fonctionnement des machines installées, déduction faite de la consommation minimale des auxiliaires².

Enfin, une installation disposant d'une production est aussi caractérisée par la puissance installée de cette dernière (P_{inst}). Les seuils maximaux de puissance pour chaque niveau de tension sont définis, conformément à la réglementation, par le tableau suivant :

Niveau de tension	$P_{\text{racc-sout}}$	P_{inst}
BT	250 kVA	250 kVA
HTA	40 MW ou 100/d ³	12 MW ⁴

Dans le cas d'un utilisateur consommateur et producteur, le niveau de tension retenu est le plus haut entre celui déterminé par sa $P_{\text{racc-sout}}$ et celui déterminé par sa P_{inst} .

2 — Environnement contractuel, réglementaire et technique

2.1. Dispositions réglementaires et normatives concernant le raccordement des utilisateurs

- Règlement (UE) 2016/631 du 14 avril 2016 de la Commission Européenne établissant un code de réseau sur les exigences applicables au raccordement au réseau des Installations de Production d'électricité ;
- Règlement (UE) 2009/714 du Parlement européen et du Conseil du 13 juillet 2009 sur les conditions d'accès au réseau pour les échanges transfrontaliers d'électricité ;
- Loi n° 2023-175 du 10 mars 2023 relative à l'accélération de la production d'énergies renouvelables ;
- Article L. 342-6 du code de l'énergie selon lequel le Demandeur peut faire exécuter, à ses frais et sous sa responsabilité, les travaux de raccordement sur les Ouvrages Dédiés à son installation par des entreprises agréées par le maître d'ouvrage et selon les dispositions d'un cahier des charges établi par le maître d'ouvrage et dont le modèle est approuvé par la CRE ;
- Articles L111-73 et R111-26 du code de l'énergie relatif aux informations commercialement sensibles (ICS) ;
- Ordonnance n° 2023-816 du 23 août 2023 relative au raccordement et à l'accès aux réseaux publics d'électricité ;
- Articles R342-13-1 à R342-13-2 du code de l'énergie pour la mise en œuvre du règlement (UE) n° 2016/631 établissant un code de réseau sur les exigences applicables au raccordement au réseau des installations de production d'électricité ;
- Articles D342-1 à D342-2 du Code de l'énergie relatifs à la Consistance des ouvrages de branchement et d'extension ;
- Décret n°2015-1823 du 30 décembre 2015 relatif à la codification de la partie réglementaire du code de l'énergie ;
- Décret n° 2018-744 du 23 août 2018 relatif à la mise en œuvre, en matière de raccordements aux réseaux électriques, des codes de réseaux prévus à l'article 6 du règlement (CE) n° 714/2009 sur les conditions d'accès au réseau pour les échanges transfrontaliers d'électricité ;
- Décret n°2022-1249 du 21 septembre 2022 relatif au déploiement d'infrastructures collectives de recharge relevant du réseau public de distribution dans les immeubles collectifs en application des articles L. 353-12 et L. 342-3-1 du code de l'énergie ;

² Un auxiliaire est défini selon le CARD-I.

³ d est la distance en km au Poste Source le plus proche.

⁴ 17 MW à 20 kV (ou 12,75 MW à 15 kV) à titre dérogatoire selon l'article 24 de l'arrêté du 9 juin 2020.

Principes d'étude et règles techniques pour déterminer une solution technique de raccordement ou de modification du raccordement au Réseau Public de Distribution géré par Enedis

- Décret n°2023-1417 du 29 décembre 2023 portant application de l'article 28 de la loi n° 2023-175 du 10 mars 2023 relative à l'accélération de la production d'énergies renouvelables et fixant les conditions et limites de certaines demandes de raccordement au réseau électrique ;
- Arrêté du 28 août 2007 relatif aux principes de calcul de la contribution mentionnée aux articles 4 et 18 de la loi du 10 février 2007 ;
- Arrêté du 24 décembre 2007 (dit « arrêté qualité ») relatif aux niveaux de qualité et aux prescriptions techniques en matière de qualité des réseaux publics de distribution et de transport d'électricité ;
- Arrêté du 17 juillet 2008, publié au journal officiel le 20 novembre 2008, fixant les taux de réfaction mentionnés dans l'arrêté du 28 août 2007 et du 17 juillet 2008 ;
- Arrêté « Réfaction » du 22 mars 2022 publié au journal officiel le 26 mars 2022 relatif à la prise en charge par le tarif d'utilisation des réseaux publics d'électricité des coûts de raccordement aux réseaux publics d'électricité des installations de production d'électricité renouvelable ;
- Arrêté du 9 juin 2020 relatif aux prescriptions techniques de conception et de fonctionnement pour le raccordement aux réseaux d'électricité ;
- Décision de la CRE du 7 avril 2004 sur la mise en place des référentiels techniques des gestionnaires de réseaux publics d'électricité ;
- Délibération de la CRE du 12 décembre 2019 portant décision sur les règles d'élaboration des procédures de traitement des demandes de raccordement aux Réseaux Publics de Distribution d'Électricité et le suivi de leur mise en œuvre et délibérations suivantes sur le même sujet ;
- Délibération de la CRE du 21 janvier 2021 portant décision sur le tarif d'utilisation des réseaux publics de distribution d'électricité (TURPE 6 HTA-BT) à partir du 1er août 2021 et pour une durée de quatre ans environ ;
- Délibération de la CRE du 22 septembre 2023 n°2023-300 portant décision sur les conditions de raccordement et d'accès des utilisateurs aux réseaux publics de distribution d'électricité ;
- Norme NF C 14-100 relative à la conception et la réalisation des installations de branchement du domaine basse tension comprises entre le point de raccordement au réseau et le point de livraison dans sa dernière version en vigueur ;
- Norme NF C 17-200 relative aux installations électriques extérieures ;
- Norme NF C 18-510 relative aux prescriptions pour la prévention des risques électriques lors des opérations sur les ouvrages ou installations électriques ou dans un environnement électrique ;
- Norme NF C 11-201 relative aux réseaux de distribution publique d'énergie électrique ;
- Norme NF EN 50160 relative aux caractéristiques de la tension fournie par les réseaux publics de distribution ;
- Norme NF EN 61000 relative aux compatibilités électromagnétiques (CEM) ;
- Norme internationale CEI IEC 61000-4-30 relative aux compatibilités électromagnétiques (CEM) ;
- Norme NF EN 50549-1 « Exigences relatives aux centrales électriques destinées à être raccordées en parallèle à des réseaux de distribution - Partie 1 : Raccordement à un réseau de distribution BT - Centrales électriques jusqu'au Type B inclus » (application française de la EN 50549-1) ;
- Norme NF EN 50549-2 « Exigences relatives aux centrales électriques destinées à être raccordées en parallèle à des réseaux de distribution Partie 2 : Raccordement à un réseau de distribution MT - Centrales électriques jusqu'au Type B inclus » (application française de la EN 50549-2) ;
- Barème Enedis PRO-RAC_03E et PRO-RES_80E pour la facturation des opérations de raccordement des utilisateurs ;
- Guide technique NF C 15-400 relatif aux protections de découplage.

2.2. Engagements du Contrat de Service Public

Dans le contrat de service public, les engagements d'Enedis portent sur la gestion du Réseau Public de Distribution, la contribution à la sûreté du système électrique et la gestion des situations extrêmes.

Principes d'étude et règles techniques pour déterminer une solution technique de raccordement ou de modification du raccordement au Réseau Public de Distribution géré par Enedis

En matière de gestion du Réseau Public de Distribution, le contrat de service public fixe quatre priorités :

- la desserte des nouveaux utilisateurs et le renforcement des réseaux ;
- la qualité de l'électricité dans sa globalité ;
- la sécurisation du réseau face aux aléas climatiques ;
- l'environnement et la sécurité des tiers.

2.3. Documentation technique en lien avec cette note

Cette note peut être jointe à un ensemble de notes constitué :

- de la note Enedis-MOP-RES_002E ;
- de la note Enedis-NMO-RES_011E ;
- des procédures de traitement des demandes de raccordement :
 - *Enedis-PRO-RAC_20E* : « Procédure de traitement des demandes de raccordements des Installations de Production en BT de puissance inférieure ou égale à 36 kVA au Réseau Public de Distribution géré par Enedis »
 - *Enedis-PRO-RES_67E* : « Procédure de traitement des demandes de raccordement d'une Installation de Production en BT de puissance supérieure à 36 kVA et en HTA, au Réseau Public de Distribution géré par Enedis »
 - *Enedis-PRO-RES_78E* : « Conditions de raccordement des installations susceptibles d'injecter et de soutirer »
 - *Enedis-PRO-RES_081E* : « Procédure de modification d'une Installation de Production en BT de puissance supérieure à 36 kVA et en HTA, déjà raccordée au Réseau Public de Distribution géré par Enedis »
 - *Enedis-NMO-RAC_005E⁵* : « Procédure de traitement des demandes de raccordements d'une Installation de Consommation individuelle ou collective en BT de puissance supérieure à 36 kVA et en HTA, au Réseau Public de Distribution concédé à Enedis »
 - *Enedis-NMO-RAC_006E⁶* : « Procédure de traitement des demandes de raccordement d'une Installation individuelle de consommation ou de production simultanée en BT de puissance inférieure ou égale à 36 kVA au Réseau Public de Distribution concédé à Enedis »
 - *Enedis-NMO-RAC_009E⁷* : « Modalités de traitement des Demandes de modifications de Puissance Souscrite des sites de consommation existants »
- des notes d'études des perturbations (courants de court-circuit, variations rapides de tension...)
 - *Enedis-PRO-RES_07E* : « Étude de tenue aux courants de court circuit pour le raccordement d'une production décentralisée en HTA »
 - *Enedis-PRO-RES_08E* : « Étude de tenue aux courants de court circuit pour le raccordement d'une production décentralisée en HTA - Analyse de risque »
 - *Enedis-PRO-RES_10E* : « Description et étude des protections de découplage pour le raccordement des installations de production raccordées au Réseau Public de Distribution »
 - *Enedis-PRO-RES_11E* : « Étude de l'impact sur la transmission tarifaire pour le raccordement d'une production décentralisée en HTA »
 - *Enedis-PRO-RES_12E* : « Étude des variations rapides de tension pour le raccordement d'une production décentralisée en HTA »
 - *Enedis-PRO-RES_13E* : « Étude des émissions harmoniques pour le raccordement d'une production décentralisée en HTA »
- des notes traitant des raccordements de zones d'aménagement

⁵ Ancienne référence Enedis-PRO-RAC_14E

⁶ Ancienne référence Enedis-PRO-RAC_21E

⁷ Ancienne référence Enedis-PRO-RAC_15E

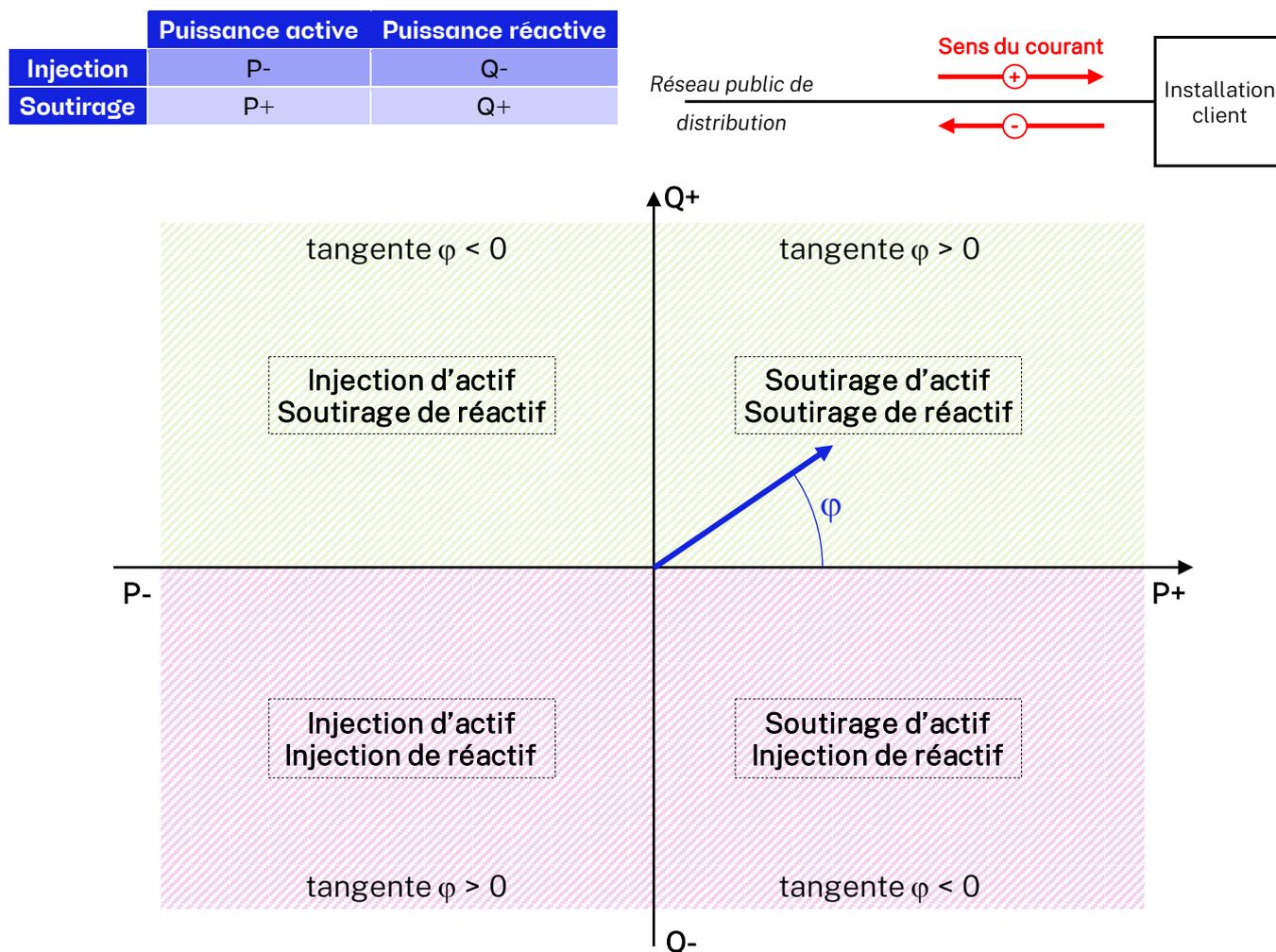
Principes d'étude et règles techniques pour déterminer une solution technique de raccordement ou de modification du raccordement au Réseau Public de Distribution géré par Enedis

- *Enedis-MOP-RAC_026E⁸*: « Demande de raccordement d'une zone d'aménagement du Réseau Public de Distribution géré par Enedis »
 - *Enedis-MOP-RAC_004E*: « Convention Cadre pour le Raccordement au Réseau Public de Distribution électrique d'une Zone d'Aménagement »
- d'une note sur le contrôle de conformité des installations de production
- *Enedis-PRO-RES_64E*: « Modalités du contrôle de performances des Installations de Production raccordées au Réseau Public de Distribution géré par Enedis »

3 — Éléments communs à toutes les études

3.1. Convention utilisée

Dans tout le document, la convention utilisée est présentée dans les figures ci-dessous pour l'injection et le soutirage d'énergie.



⁸ Ancienne référence Enedis-FOR-RAC_15E

3.2. Implantation du point de livraison sur le site de raccordement

Les spécifications concernant la localisation du point de livraison⁹ ou du poste de livraison sur le site du demandeur sont détaillées dans les notes Enedis-PRO-RAC_20E, Enedis-NMO-RAC_006E, Enedis-PRO-RES_67E, Enedis-NMO-RAC_005E, Enedis-MOP-RAC_004E et Enedis-NMO-RAC_001E.

Si un site dispose de plusieurs points de livraison (PDL) qui ne sont pas des secours contractuels, alors l'ensemble de ces PDL devra être raccordé sur le même départ. Si cela n'est pas possible techniquement, y compris en créant un nouveau départ, alors l'ensemble de ces PDL devra être raccordé sur le même transformateur du Poste Source.

3.3. Réseau et file d'attente à prendre en compte

Le schéma d'exploitation retenu pour l'étude est le schéma normal d'exploitation, schéma N, qui prend en compte toutes les évolutions des affaires en file d'attente.

Pour étudier un nouveau raccordement ou une modification de raccordement, le réseau étudié prendra en compte les modifications de réseau et nouveaux utilisateurs liés aux affaires délibérées (à l'initiative d'Enedis) et aux affaires imposées (issues d'une demande externe) en file d'attente à la date de l'étude.

L'entrée en file d'attente (FA) est effectif :

- pour les affaires délibérées : dès la signature de la DIE, Décision d'Investissement Electricité ;
- pour les affaires imposées : dès la date de qualification de la demande de raccordement ou de la demande de modification de la puissance souscrite des sites existants¹⁰.

Les conditions de recevabilité d'une demande de raccordement sont détaillées dans les notes suivantes : Enedis-PRO-RAC_20E, Enedis-NMO-RAC_006E, Enedis-PRO-RES_67E et Enedis-NMO-RAC_005E.

A noter que les demandes anticipées de raccordement (DAR), et les demandes d'avis dans le cadre de l'instruction des autorisations d'urbanisme ne sont pas prises en compte, dans la mesure où elles ne constituent pas une demande de raccordement complète au sens de la Documentation Technique de Référence.

Les études électriques réalisées par Enedis prennent en compte le foisonnement réel des charges, notamment en consommation. Cependant pour les points de consommations raccordés depuis moins d'un an (ou dont le raccordement a été modifié depuis moins d'un an), compte-tenu d'un historique de données insuffisant, le foisonnement suit des règles spécifiques.

Les règles de prise en compte de ce foisonnement est différent en HTA (cf. 4.3.1) et en BT (cf. 5.3).

Les éléments spécifiques à cette modélisation sont détaillés en 4.3.3 pour la HTA, et en 5.3.2 pour la BT.

3.4. Solutions techniques de raccordement

La solution technique retenue devra être conforme aux structures de réseau décrites dans la note Enedis-NMO-RES_011E, qui décrit notamment les gammes de matériels utilisables.

Le dimensionnement des câbles sera fait au minimum selon le principe des sections économiques. Cela signifie qu'au moment de leur pose, la section minimale des câbles est choisie de manière à pouvoir faire transiter le courant prévu, mais aussi à optimiser les coûts sur l'ensemble de la durée de vie de l'ouvrage, en incluant le coût initial du câble et le coût des pertes. Les sections économiques sont détaillées dans des abaques qui figurent dans la note Enedis-MOP-RES_002E. Le choix du 95 mm² Alu est réservé aux portions de réseau non évolutives.

Dans le cas particulier d'un raccordement en coupure d'artère (cf 4.2.1 Raccordement sur un départ existant), la section minimale sera la plus grande entre la section utilisée à l'endroit du raccordement (après avoir levé

⁹ Le terme « point de référence et mesure (PRM)» est équivalent au terme « point de raccordement » défini à l'article 1 de l'arrêté du 9 juin 2020.

¹⁰ Ces dates sont définies dans les notes Enedis-PRO-RAC_20E, Enedis-NMO-RAC_006E, Enedis-PRO-RES_67E, Enedis-NMO-RAC_005E et Enedis-NMO-RAC_009E.

toutes les contraintes) et la section économique correspondant au temps de fonctionnement à P_{max}^{11} du client. Si le client n'a pas renseigné ce temps, la valeur de 5 000 h est prise par défaut.

3.5. Vérification de l'absence de contrainte électrique

La solution technique retenue ne devra pas créer de contraintes électriques dont les seuils sont définis dans la note Enedis-NMO-RES_011E.

Pour cela, Enedis vérifie au début de l'étude qu'il n'y a pas de contrainte avant le raccordement, et s'il y en a, Enedis détermine les travaux au juste nécessaire pour les lever (3.5.1). Ensuite, Enedis ajoute le nouveau raccordement (ou demande de modification) sur le réseau en vérifiant que la solution technique retenue ne crée pas de contrainte supplémentaire. Le cas échéant, cette solution est modifiée pour lever ces contraintes (cf. 3.5.23.5.2).

Les hypothèses et calculs effectués pour vérifier l'absence de contrainte sont différents entre la HTA et la BT. Les détails pour chaque niveau de tension sont décrits aux chapitres 4.3 et 5.3 respectivement.

3.5.1. Levée des contraintes à l'état initial

Après la prise en compte de la file d'attente telle que décrite au chapitre 3 —, une première vérification de l'absence de contrainte est effectuée sur le réseau sur lequel le client est prévu d'être raccordé. S'il y a des contraintes, que ce soient des contraintes de transit ou de tension, les travaux sont déterminés au juste nécessaire¹² pour les lever. Ces travaux ne font pas partie de la solution de raccordement, ils sont définis comme des renforcements.

La détermination des renforcements pour lever la contrainte au juste nécessaire suit les principes suivants :

- conformité aux structures de réseau décrites dans la note Enedis-NMO-RES_011E ;
- étude successive des solutions suivantes, afin de passer juste sous les seuils de contrainte :

pour les contraintes sur le réseau BT :

- modification de la prise fixe du transformateur HTA/BT
- changement de section de câble ou ligne sur la longueur minimale ;
- création/Dédoublage d'un départ ;
- mutation du transformateur HTA/BT ;
- création d'un poste HTA/BT ;

pour les contraintes sur le réseau HTA :

- modification du schéma d'exploitation (dans les limites définies ci-dessous) ;
- ré-optimisation de la tension de consigne du transformateur HTB/HTA, dans la plage $[Un + 2\% ; Un + 4\%]$. Ce levier n'est utilisable que pour les demandes de producteurs HTA ;
- changement de section de câble ou ligne sur la longueur minimale ;
- modification de la structure du réseau pour mieux répartir les charges (création de nouveaux appuis, dédoublement d'un départ...);
- création d'un départ ;

pour les contraintes au PS (transit dans le transformateur HTB/HTA) :

- équilibrage des charges dans le Poste Source entre transformateurs HTB/HTA¹³ ;
- mutation du transformateur (HTB/HTA) ;
- ajout d'un nouveau transformateur dans le Poste Source existant ;
- création d'un nouveau Poste Source.

¹¹ Durée d'utilisation de la pointe.

¹² En prenant en compte les gammes de matériels, les sections économiques et la structure du réseau.

¹³ L'équilibrage se fait en permutant des départs entre les transformateurs HTB/HTA sans prolonger leur longueur.

Principes d'étude et règles techniques pour déterminer une solution technique de raccordement ou de modification du raccordement au Réseau Public de Distribution géré par Enedis

La modification du schéma d'exploitation ne pourra se faire que dans certaines limites, afin d'éviter une désoptimisation du réseau pour la collectivité :

- seulement une bascule de rang 1 par départ en appui : bascule d'une partie de la puissance du départ étudié vers un départ en appui¹⁴ ;
- limitation de la puissance basculée à 1 MW max par départ en appui (quelle que soit la situation de référence envisagée, cf §4.3.1 Situations de référence) : au total, après la modification du schéma d'exploitation, l'augmentation ou la réduction de puissance de chaque départ en appui du départ étudié doit être inférieure ou égale à 1 MW (quelle que soit la situation de référence).

Par défaut, les bascules sont réalisées en actionnant des interrupteurs télécommandés. Si besoin, il est possible de les réaliser en actionnant des interrupteurs manuels, mais cette solution de raccordement devra intégrer la mise en place d'une télécommande sur le nouveau point de bouclage ainsi créé pour conserver la structure du réseau comme décrit dans la note Enedis-NMO-RES_011E. Dans cette dernière solution, le nouveau point de bouclage ne peut pas être mis sur un poste client. On choisira :

- soit un poste DP voisin ;
- soit la mise en place d'une Armoire de Coupure Télécommandée (ACT) dans le cas où il n'y a pas de postes DP .

Le changement de section de câble se fait en priorité sur la plus faible section et doit prendre en compte la constitution du réseau existant de la façon suivante :

	Type de câble	Réseau souterrain	Réseau aérien
BT	Lignes aériennes (torsadées) ou câbles souterrains	Etendre le remplacement du câble jusqu'à la dérivation ou l'émergence suivante.	Etendre le changement sur la (les) ligne(s) de même section.
HTA	Câbles souterrains	Etendre le remplacement du câble jusqu'au poste électrique ou à la dérivation la plus proche.	Enfouir la section concernée et l'étendre jusqu'au poste électrique ou à la dérivation suivante.

3.5.2. Levée de contrainte suite à l'ajout du nouveau raccordement

Après la prise en compte de la file d'attente telle que décrite au chapitre 3 —, et des éventuels renforcements nécessaires à l'état initial tel que décrit en 3.5.1, Enedis ajoute le nouveau raccordement (ou demande de modification) sur le réseau.

S'il y a des contraintes, que ce soient des contraintes de transit ou de tension, Enedis applique les mêmes principes que ceux décrits au 3.5.1 pour les lever. Dans ce cas, les travaux font partie de la solution de raccordement, ils sont définis par le code de l'énergie comme des travaux d'adaptation de réseaux existants constituant l'extension de réseau.

3.5.3. Coefficients de proximité

La chaleur dégagée par les câbles limitant la capacité de transit, l'Intensité Maximale Admissible en Permanence, I_{map} , est réduite lorsque les câbles sont enterrés à proximité les uns des autres (dans le respect de la norme NF P98-332).

Des coefficients de proximité (réduction des I_{map}) sont donc appliqués pour vérifier l'absence de contrainte de transit.

Les coefficients de proximité utilisés sont issus des normes :

- NF C 33-226 pour les câbles HTA,
- NF C 14-100 pour les câbles BT.

A date, les valeurs des coefficients sont :

¹⁴ Il n'est pas autorisé de basculer de la puissance vers un appui, puis de basculer de la puissance de cet appui vers un second appui.

Nombre de câbles	Câbles HTA enterrés	Câbles BT enterrés	Câbles BT sous fourreaux
1	1	1	0,8
2	0,83	0,85	0,7
3	0,73	0,78	0,62
4	0,68	0,72	0,58
6	0,61		
≥9	0,55		

4 — Éléments spécifiques aux études HTA

4.1. Précisions sur les puissances de raccordement

En HTA, les puissances de raccordement en soutirage sont définies par paliers. Les valeurs disponibles sont : 500 kW, 750 kW, 1000 kW, puis par pas de 500 kW au-delà.

Les puissances de raccordement en injection peuvent être choisies au kW près.

4.2. Structure de raccordement

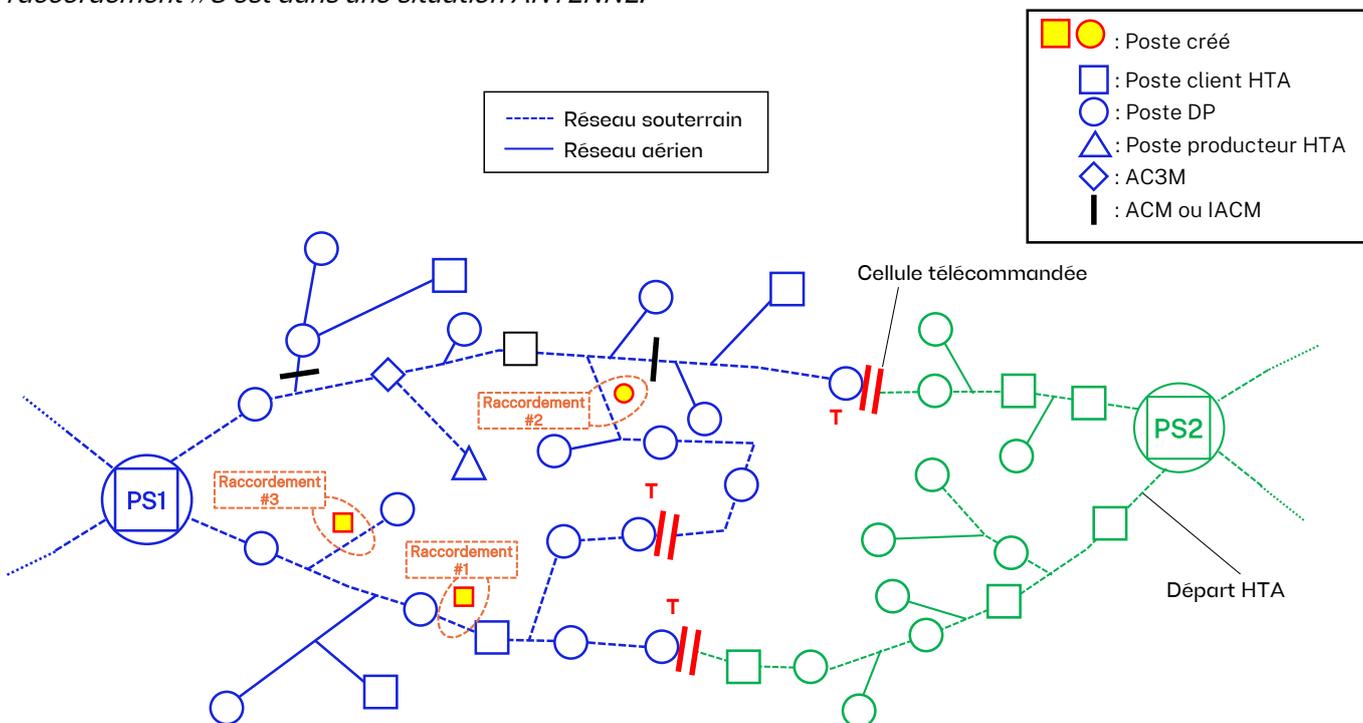
En fonction du type de départ envisagé pour le raccordement, les structures de raccordement décrites ci-dessous seront utilisées.

4.2.1. Raccordement sur un départ existant

Dans les paragraphes suivants, deux situations de raccordement seront évoquées :

- situation de raccordement sur une partie APPUYÉE : l'extension de réseau vers le nouveau poste se fait à partir d'une portion de réseau qui peut être appuyée ;
- situation de raccordement sur une partie ANTENNE : l'extension de réseau vers le nouveau poste se fait à partir d'une portion de réseau qui est en antenne.

Dans l'exemple ci-dessous, les raccordements #1 et #2 sont dans une situation APPUYÉE. En revanche, le raccordement #3 est dans une situation ANTENNE.



Dans chacune de ces situations, 3 cas de figure se présenteront :

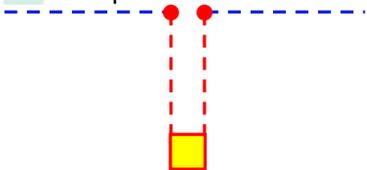
Principes d'étude et règles techniques pour déterminer une solution technique de raccordement ou de modification du raccordement au Réseau Public de Distribution géré par Enedis

- cas A : l'extension vers le nouveau poste se trouve entre deux organes de coupure (poste, IACM, ACM...);
- cas B : l'extension se trouve entre un organe de coupure et une dérivation plein câble;
- cas C : l'extension se trouve entre deux dérivation plein câble.

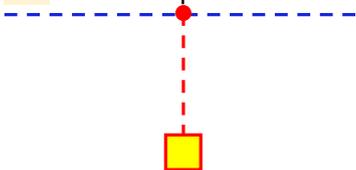
Dans l'exemple ci-dessus, le cas A correspond au raccordement #1, le cas B correspond au raccordement #3 et le cas C est celui du raccordement #2.

Les codes couleurs suivants sont utilisés pour les types de raccordement :

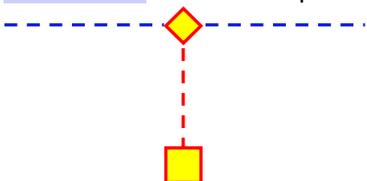
CA : Coupure d'Artère



Ant : Antenne plein câble



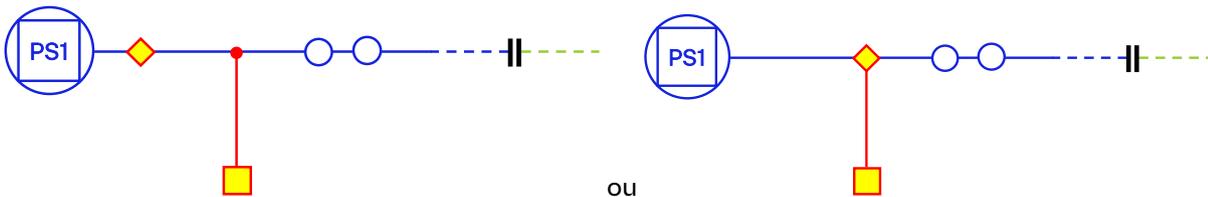
Ant+AC3M : Antenne à partir d'une AC3M



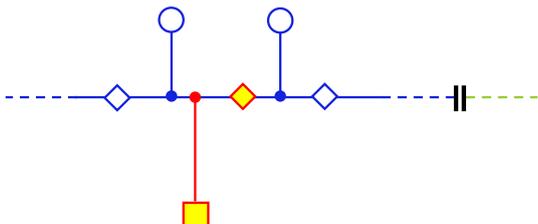
Nota :

Dans la situation précise d'un raccordement en antenne, **Ant**,

1. si le poste est implanté entre le Poste Source et le premier poste électrique, un organe de coupure sera mis en place entre l'antenne et le Poste afin de permettre la réalimentation de la totalité du départ (si le niveau de charge le permet) en cas d'ouverture de la cellule départ PS (sur incident, travaux ou entretien de la cellule) :

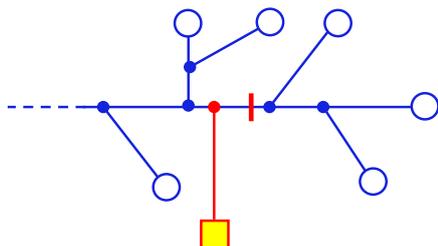


2. le nombre d'antennes plein câble entre 2 organes de coupure devra être inférieur ou égal à 2 : la solution technique devra intégrer un organe de coupure supplémentaire



Principes d'étude et règles techniques pour déterminer une solution technique de raccordement ou de modification du raccordement au Réseau Public de Distribution géré par Enedis

Si le poste raccordé en antenne plein câble arrive dans une zone avec plus de 2 antennes plein câble entre 2 organes de coupure, nous mettrons en place 1 seul organe de coupure afin de limiter les antennes (plein câble) :



La longueur de raccordement, qui correspond à la longueur qui relie le nouveau poste à la portion de réseau étudiée¹⁵, sera notée Lr.

Le type de raccordement sera différent entre, d'une part les postes clients uniquement producteurs, dont la consommation est seulement due à leurs auxiliaires, notés PROD ci-dessous, et d'autre part les postes clients consommateurs et postes DP, notés AUTRE ci-dessous (qui peuvent éventuellement avoir aussi de la production).

Pour ces derniers :

- si le poste est un poste DP : la puissance Pr à considérer est la puissance nominale du transformateur HTA/BT multipliée par $\cos \varphi$ par défaut égal à 0,928. $Pr = P_{\text{transfo}} \times 0,928$;
- si le poste est un poste client : la puissance Pr à considérer est la puissance de raccordement.

4.2.1.1. Types de raccordement

Un départ est de type souterrain s'il est composé de moins de 6 % (inférieur ou égal à) de réseau aérien. Le réseau nouvellement créé sera réalisé en technique souterraine.

PROD

Type de raccordement	Situation APPUYEE	Situation ANTENNE		
Cas A				
Cas B			Lr ≤ 250 m	CA
Cas C			Lr > 250 m	Ant+AC3M
Type de réseau	Souterrain			

AUTRE

Type de raccordement	Situation APPUYEE		Situation ANTENNE					
Cas A	CA		<table border="1"> <tr> <td>Lr ≤ 250 m</td> <td>CA</td> </tr> <tr> <td>Lr > 250 m</td> <td>Ant+AC3M</td> </tr> </table>		Lr ≤ 250 m	CA	Lr > 250 m	Ant+AC3M
Lr ≤ 250 m	CA							
Lr > 250 m	Ant+AC3M							
Cas B	Pr ≤ 500 kW	Pr > 500 kW						
Cas C	Lr ≤ 250 m	CA						
	Lr > 250 m	Ant+AC3M						
Type de réseau	Souterrain							

Nota : Dans la situation où un poste DP de type PRCS est installé, il sera raccordé en antenne : **Ant.**

¹⁵ Selon la définition donnée dans les notes Enedis-PRO-RAC_20E, Enedis-NMO-RAC_006E, Enedis-PRO-RES_67E et Enedis-NMO-RAC_005E.

4.2.1.2. Départ en double dérivation

Le réseau nouvellement créé sera réalisé en technique souterraine, en double dérivation. Des règles supplémentaires devront s'appliquer dans le cas des départs en double dérivation.

Des organes de séparation seront ajoutés :

- PC, Poste de Coupures ;
- ou OCR, Organe de Coupure de Réseaux ;

quand :

- le nombre de postes entre 2 organes de séparation existants (après raccordement) est strictement supérieur à 10 ;
- le nombre de postes DP entre 2 organes de séparation existants (après raccordement) est strictement supérieur à 7 ;
- la charge entre 2 organes de séparation existants (après raccordement) est strictement supérieur à 5 MW (à Ptmb).

Le but de ces organes de séparation est de :

- pouvoir consigner un tronçon sur la double dérivation,
- pouvoir reprendre l'alimentation d'un câble de la double dérivation par l'autre câble,
- constituer les points de bouclage ou d'alimenter les dérivations bouclées en double dérivation.

Les PC sont volumineux et complexes mais très avantageux :

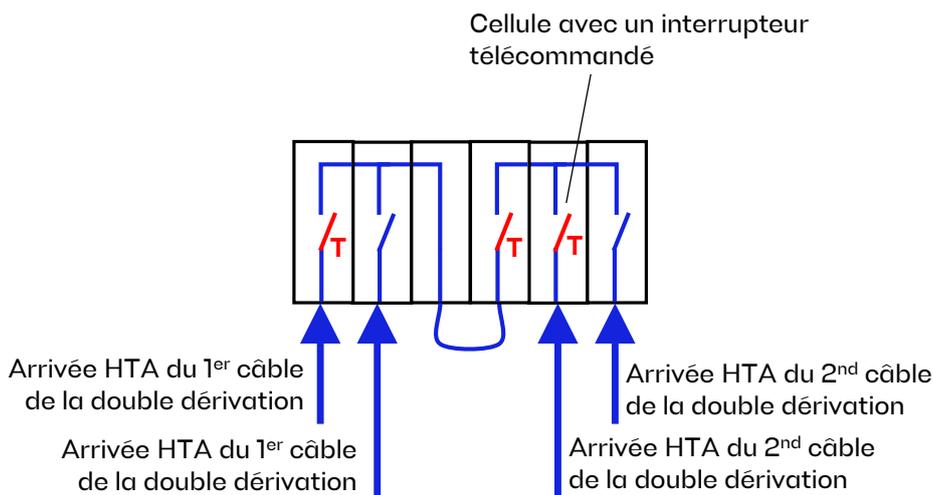
- dans les zones en développement, si le PC, Poste de Coupure, est prévu dans la convention cadre de la Zone d'Aménagement, cette solution sera retenue ;
- dans les zones urbaines dans lesquelles l'installation d'un poste de coupure est complexe, la solution retenue sera un OCR, Organe de Coupure de Réseaux, qui consiste à raccorder un poste en CA avec des cellules télécommandées.

Par ailleurs, en tête d'un départ en double dérivation, un poste sera raccordé en CA avec des cellules télécommandées, que nous appellerons OCSR, Organe de Coupure de Réseaux Sources, afin de permettre la reprise de tous les postes électriques dans le cas d'un incident sur le Poste Source complet pour permettre une intervention en toute sécurité.

Un OCR ou un OCSR est un poste DP contenant 2 cellules télécommandées, raccordé en CA sur un des deux câbles de la double dérivation.

Un PC est un poste composé de 6 cellules :

- 4 cellules interrupteur, dont 2 cellules sont télécommandées pour les 2 câbles de la double dérivation à l'entrée du poste et à la sortie,
- 1 cellule arrivée directe,
- 1 cellule interrupteur télécommandée pour assurer une possible liaison entre les 2 câbles de la double dérivation.



4.2.2. Raccordement en départ direct

Dans le cas de départs directs constitués de plusieurs câbles exploités en parallèle, leurs longueurs respectives doivent être aussi proches que possible les unes des autres (l'écart entre les longueurs doit être inférieur à 5 %). Ils doivent être issus du même transformateur HTB/HTA et de la même demi-rame HTA, et être constitués du même type de câble. Chaque câble doit être raccordé à une cellule disjoncteur HTA propre. Le dimensionnement de chacun des câbles doit respecter au minimum la section économique.

Dans le cas spécifique d'un raccordement en départ direct avec un seul câble, la solution technique intégrera la mise en place d'une ACM placée tous les 10 km pour permettre la détection des défauts de câble sauf dans le cas d'une incompatibilité technique de l'ACM et du transit constatée sur le câble concerné.

4.3. Hypothèses pour vérifier l'absence de contrainte

En HTA, les calculs électriques réalisés pour vérifier l'absence de contrainte sont des calculs de « flux de puissance » réalisés dans des situations de référence. Le principe de ces calculs est de déterminer le courant et la tension à chaque point du réseau étudié, à partir des données d'entrée qui sont les puissances consommées et/ou produites par chacun des utilisateurs du réseau.

Nota : La tension calculée en HTA prend en compte l'incertitude de 1 % du régulateur en charge du transformateur HTB/HTA.

4.3.1. Situations de référence

Les calculs électriques pour évaluer les contraintes sont menées dans les situations de référence décrites ci-dessous.

- Situations de pointe de consommation : la puissance du client étudié est fixée à sa $P_{\text{racc-sout}}$, toute la production sur le réseau étudié est à l'arrêt, et chacune des situations suivantes est étudiée :
 - pointe de consommation en hiver : la puissance des clients consommateurs présents sur le réseau est fixée à la P_{tmb} ¹⁶ ; les seuils d'hiver sont retenus pour les intensités maximales admissibles par ouvrage.
 - pointe de consommation en été : la puissance des clients consommateurs présents sur le réseau est fixée à $1,04 \times P_{\text{été}}$ ¹⁷ ; les seuils d'été sont retenus pour les intensités maximales admissibles par ouvrage.
 - dans le cas particulier où la structure du réseau est en double dérivation (cf note Enedis-NMO-RES_011E), une situation additionnelle est étudiée, où la puissance des clients consommateurs présents sur le

¹⁶ La P_{tmb} est la puissance qui serait consommée à la conjonction d'une pointe de consommation et d'un épisode de grand froid. Le scénario froid de référence est celui de la « température minimale de base » (T_{mb}), définie comme la 30^{ème} plus petite valeur moyenne journalière calculée sur une période de 30 ans.

¹⁷ La $P_{\text{été}}$ est la puissance qui serait consommée lors d'une pointe de consommation en période estivale (du mois de juin au mois de septembre).

Principes d'étude et règles techniques pour déterminer une solution technique de raccordement ou de modification du raccordement au Réseau Public de Distribution géré par Enedis

réseau est fixée à la P_{max}^* ¹⁸ ; les seuils associés à la saison de la P_{max}^* sont retenus pour les intensités maximales admissibles par ouvrage ; le réseau est dans un état dégradé correspondant à la survenue d'un incident sur le câble de travail du client étudié.

- Situations de pointe de production : la puissance du client étudié est fixée à sa $P_{racc-inj}$, la puissance de tous les producteurs existants sur le réseau étudié est aussi à leur $P_{racc-inj}$, la puissance des clients consommateurs existants est fixée à la P_{min} ¹⁹ ; les seuils d'été sont retenus pour les intensités maximales admissibles par ouvrage. Pour prendre en compte le foisonnement entre production PV et éolienne, deux scénarios, prenant des hypothèses de puissance sur le producteur étudié, les producteurs en file d'attente, et la production BT, sont étudiés :
 - Un scénario où tous les producteurs sont à leur $P_{racc-inj}$, sauf les producteurs photovoltaïques, qui seront à 80 % de leur $P_{racc-inj}$;
 - Un scénario où tous les producteurs sont à leur $P_{racc-inj}$, sauf les producteurs éoliens, qui seront à 80 % de leur $P_{racc-inj}$.

Une solution technique n'est acceptable que si elle ne laisse aucune contrainte dans chacune des situations listées ci-dessus.

Dans chacune de ces situations, la puissance réactive des utilisateurs présents sur le réseau ou en file d'attente est modélisée de la façon suivante :

- pour la consommation, une valeur de tangente φ de référence est déterminée pour chaque Poste Source à partir des mesures. Cette tangente φ est appliquée à l'ensemble des charges consommatrices existantes. Pour les consommateurs étudiés ainsi que ceux en file d'attente, une tangente φ est prise égale à 0,4 par défaut ;
- les producteurs avec une loi de régulation $Q = f(U)$ seront modélisés suivant cette loi ;
- les producteurs avec une régulation en tangente φ fixe seront modélisés en fonction de leur plage contractuelle [$\tan \varphi \min$; $\tan \varphi \max$] :
 - si cette plage est de largeur inférieure ou égale à 0,1, le producteur est modélisé à la valeur médiane de la plage ;
 - si cette plage est de largeur supérieure à 0,1, le producteur est modélisé à $\tan \varphi \max$.

Dans le cas des producteurs ayant une tangente φ saisonnalisée, la plage contractuelle de la saison étudiée est retenue.

Si le Poste Source comprend des gradins de condensateurs en marche forcée (i.e. hors gestion var-métrique) sur le transformateur HTB/HTA concerné, ceux-ci seront pris en compte dans l'étude.

4.3.2. Prise en compte des alimentations secours des clients existants

Les alimentations secours en HTA peuvent être de trois types, selon le tableau ci-dessous :

	Alimentation principale			
	Départ	Transformateur HTB/HTA	PS	
Secours niveau 1	Différent	Identique	Identique	<i>Secours sur un départ différent de l'alimentation principale</i>
Secours niveau 2	Différent	Différent	Identique	<i>Secours sur un transformateur HTB/HTA différent de l'alimentation principale</i>
Secours niveau 3	Différent	Différent	Différent	<i>Secours sur un PS différent de l'alimentation principale</i>

¹⁸ La P_{max}^* est la puissance qui serait consommée lors d'une pointe de consommation, à température normale (T_N). La T_N est définie comme la moyenne des températures moyennes journalières pour un jour donné.

¹⁹ La P_{min} est la puissance qui serait consommée lors d'un creux de consommation à température normale. Si cette information n'est pas disponible, $P_{min} = 20 \% \times P_{max}^*$.

Lors de l'étude électrique d'un départ (respectivement d'un transformateur HTB/HTA) en situation de pointe de consommation, les clients ayant un secours contractuel sur ce départ (respectivement transformateur) sont pris en compte de manière à couvrir la défaillance d'un ouvrage, mais pas de deux ou plus. Ainsi :

- sont regroupés (en additionnant leur puissance) les secours contractuels des clients ayant une alimentation principale sur un même transformateur qui n'est pas le transformateur étudié ;
- si un départ est étudié, sont regroupés (en additionnant leur puissance) les secours contractuels des clients ayant une alimentation principale sur un même départ et sur le même transformateur que le départ étudié ;
- si à l'issue des deux points précédents il existe plusieurs groupes de secours contractuels, le groupe ayant la puissance totale la plus grande est retenu.

Exemple de prise en compte des alimentations secours

La Figure 1 montre un exemple de situation réseau avec plusieurs clients existants disposant de secours contractuels. Dans cette situation, on étudie le raccordement d'un client sur le départ 1.2.1, raccordé au transformateur 1.2.

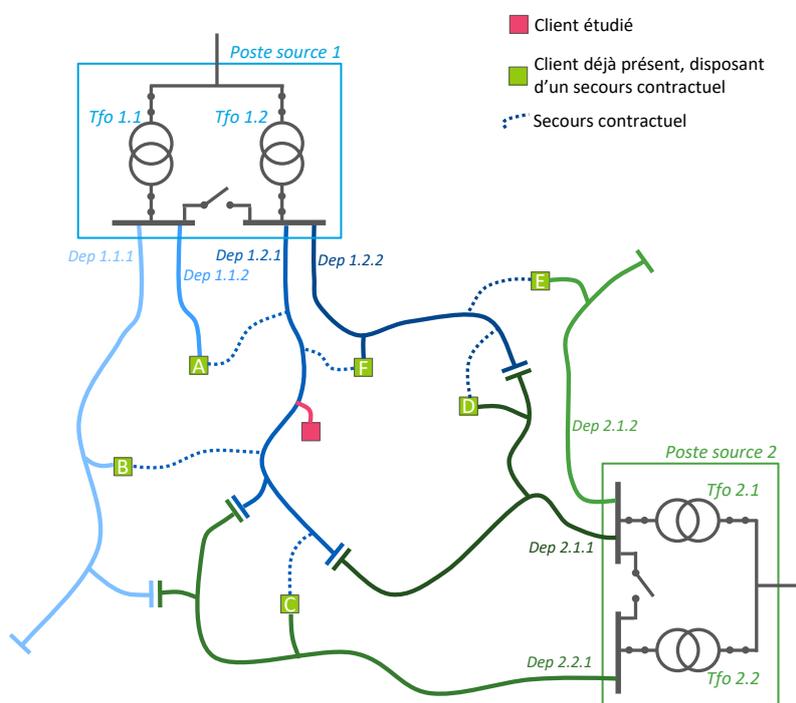


Figure 1 : exemple de situation réseau avec des secours contractuels

Le tableau suivant détaille dans quels cas de N-1 les secours contractuels des clients existants sont utilisés, et quelles parties du réseau sont affectées :

Client	Ouvrages pour lesquels une défaillance fait basculer le client sur son secours	Ouvrages impactés par l'utilisation du secours
A	Dep 1.1.2 & Tfo 1.1	Dep 1.2.1 & Tfo 1.2
B	Dep 1.1.1 & Tfo 1.1	Dep 1.2.1 & Tfo 1.2
C	Dep 2.2.1 & Tfo 2.2	Dep 1.2.1 & Tfo 1.2
D	Dep 2.1.1 & Tfo 2.1	Dep 1.2.2 & Tfo 1.2
E	Dep 2.1.2 & Tfo 2.1	Dep 1.2.2 & Tfo 1.2
F	Dep 1.2.2	Dep 1.2.1

Ainsi, en notant P_x la puissance contractuelle du client X, il faudra prendre en compte les puissances suivantes lors de l'étude :

- pour vérifier les contraintes au niveau du transformateur 1.2 : $\max(P_A+P_B ; P_C ; P_D+P_E)$,

- pour vérifier les contraintes au niveau du départ 1.2.1 : $\max(P_A+P_B ; P_C ; P_F)$.

4.3.3. Coefficients de foisonnement et modélisation spécifique des charges en file d'attente ou récemment raccordées

A la maille du départ HTA, Enedis utilise un processus dit « de remontée des charges » pour modéliser la consommation (c.-à-d. calculer les puissances de référence décrites en 4.3.1) en tenant compte du foisonnement réel des charges. Ce processus suivant un rythme annuel, il ne permet de prendre en compte que les clients raccordés depuis au moins un an. Les autres clients consommateurs, et en particulier ceux encore en file d'attente, sont modélisés par la seule donnée de puissance disponible à ce stade (cf. tableau ci-dessous), pondérée d'un coefficient de foisonnement.

Le tableau ci-dessous détaille, dans différents cas, la date à laquelle la consommation sort de la modélisation spécifique « FA et récent », et la puissance prise en compte dans cette modélisation spécifique.

Type d'affaire	Exception de prise en compte en file d'attente	Sortie de la modélisation spécifique « FA et récent »	Puissance prise en compte en modélisation spécifique « FA et récent »
Raccordement ZA		1 an après la complétude d'une tranche « électrique » ²⁰ .	$P_{\text{racc-sout}}$ de la tranche « électriques » concernée.
Raccordement nouveau consommateur HTA		1 an après la MES	$P_{\text{racc-sout}}$
Raccordement d'un nouveau poste DP	Les postes DP dont la puissance nominale du transformateur HTA/BT est inférieure ou égale à 250kVA ne sont pas pris en compte dans la file d'attente.	1 an après la mise en exploitation du poste DP	P_{transfo}
Modification de puissance (MP) client HTA	Concernant les MP ne nécessitant pas de travaux	1 an après la demande de MP	Nouvelle $P_{\text{racc-sout}}$ qui est la nouvelle $P_{\text{souscrite}}$ (aucun coefficient de foisonnement)
	Concernant les MP nécessitant des travaux.	1 an après la fin des travaux	

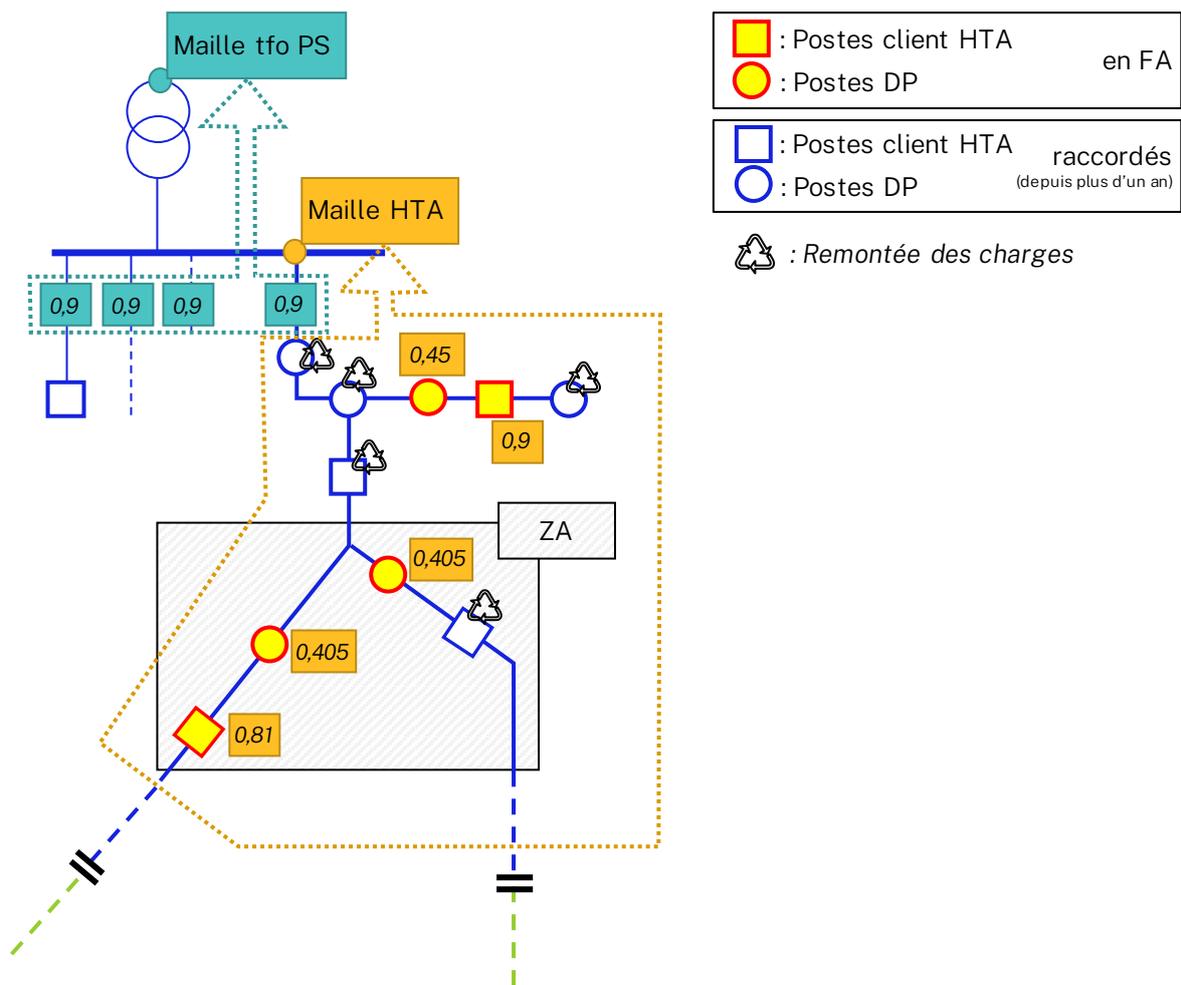
Uniquement en situation pointe de consommation (cf 4.3.1 Situations de référence), des coefficients de foisonnement sont appliqués aux puissances prises en compte en modélisation spécifique « FA et récent ». Ces coefficients sont différents selon la nature des charges : clients HTA, postes en Zone d'Aménagement (ZA) ou postes DP en FA. A la maille d'un transformateur PS, il existe aussi un foisonnement entre les différents départs raccordés au même transformateur. Là encore, ce foisonnement est modélisé en appliquant un coefficient à l'ensemble des départs.

A noter que la charge du client étudié (étude de raccordement, demande de secours contractuel ou modification de puissance) n'est pas foisonnée, sauf au niveau du transformateur HTB/HTA.

Le schéma et le tableau ci-dessous synthétisent les coefficients de foisonnement qui s'appliquent dans les différents cas.

²⁰ Complétude de la tranche électrique lorsque la demande de raccordement de la dernière parcelle de cette tranche est qualifiée.

Principes d'étude et règles techniques pour déterminer une solution technique de raccordement ou de modification du raccordement au Réseau Public de Distribution géré par Enedis



■ : Postes client HTA en FA
● : Postes DP

: Postes client HTA raccordés (depuis plus d'un an)
 : Postes DP

♻️ : Remontée des charges

Type projet		Puissance à prendre en compte	Coefficient de foisonnement à la maille	
			Départ HTA	½ rame/transformateur dans un Poste Source
ZA	Client HTA	$P_{\text{racc-sout}} \text{ tranche}$	0,81	0,9
	Poste DP	P_{tfo}	0,405	
Client HTA (sur départ mixte)		$P_{\text{racc-sout}}$	0,9	
Client BT (avec nouveau poste DP)		P_{tfo}	0,45	
Client HTA en départ direct et client étudié		$P_{\text{racc-sout}}$	1	

4.4. Tension contractuelle

Dans le cadre du développement des installations de consommation et de production électrique, pour permettre à tous les types de client (consommateur, producteur ou mixtes) de se raccorder aisément sur le RPD vis-à-vis des seuils réglementaires de variation de tension, Enedis fixe :

- pour les producteurs sur un départ direct, la tension contractuelle égale à $U_n + 5\%$;
- pour les autres clients, la tension contractuelle est égale à la tension nominale. Ainsi, pour un réseau avec une tension nominale de 15 kV, la tension contractuelle U_c sera égale à $U_c = 15 \text{ kV}$.

4.5. Eléments spécifiques aux raccordements de producteurs

4.5.1. Détermination du réglage en réactif

La solution de raccordement d'un producteur HTA doit déterminer la régulation de puissance réactive qui lui sera demandée. Cette régulation sera de type « tangente φ fixe » ou « loi de régulation locale $Q = f(U)$ ».

On appelle « tangente φ de production » le rapport de la puissance réactive injectée ou absorbée au Point de Livraison (PdL) sur la puissance active injectée au PdL. Dans le cas d'une régulation de type « tangente φ fixe », une plage contractuelle de tangente φ de largeur 0,1 est fixée en tenant compte des capacités constructives et de la plage de régulation de cette puissance réactive (dispositions de l'arrêté du 9 juin 2020).

Une régulation du type « loi de régulation locale de puissance réactive $Q = f(U)$ » ne sera étudiée que si le Producteur a indiqué dans le formulaire de demande de raccordement (Enedis-FOR-RES_18E ou Enedis-FOR-RES_20E) qu'il souhaite qu'Enedis étudie en priorité ce mode de régulation. A défaut, seul le mode de régulation tangente φ fixe sera étudié. La régulation « $Q = f(U)$ » n'est par ailleurs pas possible pour les raccordements en départ direct.

4.5.1.1. Dispositions constructives sur les Installations

Les dispositions constructives prévues à l'arrêté du 9 juin 2020 sont applicables pendant la durée d'exécution de la Convention de Raccordement. Toutefois, le producteur peut satisfaire, pour la mise en service du Site, aux dispositions constructives minimales compatibles aux besoins du RPD et/ou RPT en termes de fourniture de puissance réactive précisées dans le Contrat d'Accès au Réseau.

Par la suite, il est considéré que le Producteur doit pouvoir a minima augmenter ou diminuer la production ou la consommation de réactif dans les limites de l'arrêté du 9 juin 2020 (c.-à-d. $[-0,35 \times P_{\max} ; 0,4 \times P_{\max}]$) afin de satisfaire au respect des plages de tension définies :

- pour la BT, par les engagements de l'arrêté du 24 décembre 2007 pris en application du décret n°2007-1826 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 ;
- pour la HTA, par les engagements des contrats d'accès en soutirage et en injection comportant les clauses d'accès au réseau.

Dans le cadre de la mise en place d'une loi de régulation locale de puissance réactive de type $Q = f(U)$, le producteur peut indiquer dans les Fiches de Collecte les capacités constructives de son Installation en puissance réactive à prendre en compte dans l'étude de raccordement. Celles-ci peuvent aller au-delà des capacités minimales réglementaires décrites ci-dessus²¹.

Les valeurs de capacité constructives Q_{\max} et Q_{\min} communiquées doivent respecter les relations suivantes :

- puissance réactive maximale en injection : $0,4 \times P_{\text{racc-inj}} \leq Q_{\max}$;
- puissance réactive maximale en absorption : $-0,5 \times P_{\text{racc-inj}} \leq Q_{\min} \leq -0,35 \times P_{\text{racc-inj}}$.

4.5.1.2. Raccordement en départ direct

Pour un site à raccorder sur un départ direct au Point de Livraison : les éventuelles contraintes d'intensité et de tension doivent être étudiées avec les hypothèses suivantes :

- une tangente φ égale à -0,05 (correspondant à la plage contractuelle $[-0,1 ; 0]$) ;
- une tangente φ égale à -0,3 (correspondant à la plage contractuelle $[-0,35 ; -0,25]$).

La solution de raccordement devra être compatible avec ces deux valeurs de tangente φ .

La tangente φ contractuelle pourra être saisonnière et sera déterminée par Enedis en fonction de la situation du réseau de raccordement et de la situation du réseau RPT.

²¹ Se reporter à la note Enedis-NOI-RES_60E.

4.5.1.3. Raccordement en départ mixte

Régulation de type « tangente φ fixe »

Pour un site à raccorder sur un départ mixte au Point de Livraison, les éventuelles contraintes d'intensité et de tension doivent être étudiées avec l'hypothèse d'une tangente φ égale à $-0,3$ (correspondant à la plage contractuelle $[-0,35 ; -0,25]$).

La solution de raccordement devra être compatible avec cette valeur de tangente φ .

Régulation de type « $Q = f(U)$ »

Ce type de régulation doit permettre d'adapter de manière dynamique la production ou la consommation d'énergie réactive de l'installation de production en fonction de la tension mesurée au PdL.

Le schéma ci-dessous précise le paramétrage que doit respecter la loi de réglage :

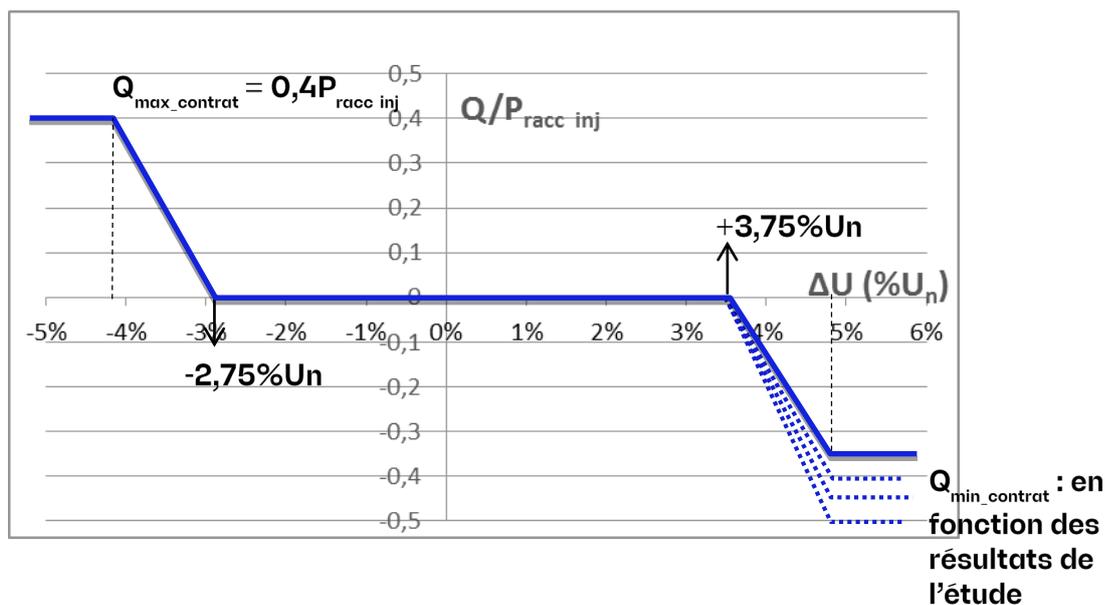


Figure 2 : loi de régulation $Q = f(U)$

L'étude de raccordement permet de déterminer les paramètres de la loi de régulation qui seront contractualisés dans le CARD-I :

- le seuil de puissance réactive maximale en injection ($Q_{\max_contrat}$) est pris égal à $0,4 \times P_{\text{racc-inj}}$;
- le seuil de puissance réactive maximale en absorption ($Q_{\min_contrat}$) est déterminé en fonction des contraintes sur le départ et des capacités constructives communiquées par le Demandeur dans ses Fiches de Collecte, en respectant les critères suivants :

$$-0,5 \times P_{\text{racc-inj}} \leq Q_{\min} \leq Q_{\min_contrat} \leq -0,35 \times P_{\text{racc-inj}}$$

la valeur de $Q_{\min_contrat}$ retenue ne doit pas laisser de contrainte de tension haute sur le départ (cf. 4.3). La valeur la plus proche de 0 parmi celles ne créant pas de contrainte sera retenue.

Si aucune valeur de $Q_{\min_contrat}$ dans les capacités constructives ne permet de s'assurer de l'absence de contrainte, alors ce type de régulation n'est pas techniquement acceptable, et une régulation en tangente φ fixe sera étudiée.

4.5.2. ORA à modulation de puissance

Seuls les clients HTA producteurs EnR peuvent demander à bénéficier d'une ORA à modulation de puissance (ORA-MP). L'ORA-MP permet de réduire la $P_{\text{racc-inj}}$ à une puissance garantie P_{garantie} inférieure. La capacité en soutirage $P_{\text{racc-sout}}$ n'est pas modifiée.

Suite à la présentation de l'ORR au client, ce dernier peut opter pour une ORA à modulation de puissance afin d'éviter une création ou une adaptation de réseau en contrepartie de limitations ponctuelles et non indemnisées

Principes d'étude et règles techniques pour déterminer une solution technique de raccordement ou de modification du raccordement au Réseau Public de Distribution géré par Enedis

de sa production dans la limite des seuils fixés par la réglementation (arrêté du 12 juillet 2021 d'application de l'article D. 342-23 du Code de l'énergie) :

- la P_{garantie} doit être supérieure ou égale à 70 % de $P_{\text{racc.inj}}$;
- l'énergie écrêtée annuellement ne doit pas dépasser 5 % de la production annuelle de l'installation raccordée.

4.6. Éléments spécifiques à l'étude de l'alimentation de secours d'un client consommateur

Cette étude est réalisée uniquement lorsque l'utilisateur consommateur HTA ou HTB contractualise une alimentation de secours.

Une alimentation d'un utilisateur est une alimentation de secours si elle est maintenue sous tension, mais n'est utilisée pour le transfert d'énergie entre le Réseau Public de Distribution et les Installations de l'utilisateur qu'en cas d'indisponibilité de tout ou partie de ses alimentations principales et complémentaires.

Une alimentation de secours n'est pas forcément disponible immédiatement, et peut nécessiter des manœuvres télécommandées en réseau.

L'étude est réalisée de la même manière qu'une étude de raccordement classique, à l'exception des points suivants.

- L'alimentation principale du client est coupée au niveau du PDL.
- Le client est modélisé à sa puissance de raccordement en secours.

4.7. Éléments spécifiques aux études de raccordement de ZA

Si l'architecture du départ qui alimente la zone d'aménagement :

- est en double dérivation, alors l'architecture du réseau interne à la zone sera en double dérivation ;
- est différente de la double dérivation, alors l'architecture du réseau interne à la zone sera en coupure d'artère.

Par ailleurs, le réseau interne à une zone d'aménagement doit être conçu de manière à pouvoir bénéficier, comme tout réseau public, d'une deuxième alimentation pour faire face aux indisponibilités. Ainsi, à chaque grande phase de développement de la zone, un bouclage topologique du réseau interne est mis en place sur le même départ ou sur un autre départ existant ou à construire.

Par ailleurs, comme décrit au 4.3.3, les futurs clients de la zone d'aménagement sont modélisés en appliquant des coefficients de foisonnement.

4.8. Éléments spécifiques aux études des perturbations

A partir de la réglementation en vigueur (arrêté du 9 juin 2020), les Contrats d'Accès au Réseau public de Distribution pour les installations de consommation (CARD-S HTA) et de production (CARD-I HTA) raccordées en HTA fixent les limites des perturbations liées aux harmoniques, aux fluctuations de tension (à-coups, papillotement), aux déséquilibres et aux atténuations du signal tarifaire.

Dans les contrats GRD-F il est aussi précisé les limites de perturbation pour les clients Contrat Unique.

5 — Éléments spécifiques aux études BT

5.1. Précisions sur les puissances de raccordement

En BT, les puissances de raccordement en soutirage sont définies par paliers. Ces paliers définissent par ailleurs si le raccordement est monophasé ou triphasé. Les valeurs disponibles sont données dans le tableau ci-dessous.

$P_{\text{racc-sout}}$	Type de raccordement
3 kVA ²²	Monophasé
9 kVA ²³	Monophasé
12 kVA	
36 kVA	
48 kVA	Triphasé
60 kVA	
72 kVA	
84 kVA	
96 kVA	
108 kVA	
120 kVA	
144 kVA	
168 kVA	
192 kVA	
216 kVA	
250 kVA	

Pour les demandes de raccordement en puissance surveillée, la puissance de raccordement correspondra à la puissance maximale du palier technique demandé.

Les puissances de raccordement en injection sont définies au kVA près. Si la $P_{\text{racc-inj}}$ est strictement supérieure à 6 kVA, le raccordement sera fait en triphasé.

5.2. Structure de raccordement

5.2.1. Création d'un poste de distribution publique (DP)

Lorsque le raccordement ou la modification de raccordement d'un utilisateur BT nécessite la création d'un poste HTA/BT, cette création devra respecter la structure du réseau HTA.

5.2.1.1. Insertion sur le départ HTA

L'insertion du poste DP sur le départ HTA devra respecter les mêmes règles que celles qui s'appliquent pour la création d'un poste client HTA, décrites en 4.2.1.

5.2.1.2. Emplacement du poste

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.

5.2.1.3. Dimensionnement du transformateur HTA/BT et choix de la prise

Pour choisir la puissance nominale du transformateur HTA/BT, le domaine d'utilisation du tableau suivant est retenu dans le cas général.

²² La puissance de raccordement 3 kVA est réservée aux installations dont la consommation peut être évaluée sans comptage (panneau publicitaire, feu de signalisation...).

²³ Réservé uniquement aux raccordement en immeuble.

Principes d'étude et règles techniques pour déterminer une solution technique de raccordement ou de modification du raccordement au Réseau Public de Distribution géré par Enedis

Puissance nominale du transformateur	50 kVA ²⁴	100 kVA	160 kVA	250 kVA	400 kVA	630 kVA	1000 kVA ²⁵
Puissance active maximale transitée dans le transformateur	30 kW	85 kW	135 kW	210 kW	335 kW	525 kW	835 kW

Dans le cas particulier d'un transformateur qui, au moment de la création du poste, n'alimente que des utilisateurs producteurs, le domaine d'utilisation du tableau suivant sera retenu :

Puissance nominale du transformateur	50 kVA ²⁴	100 kVA	160 kVA	250 kVA	400 kVA	630 kVA	1000 kVA ²⁵
Puissance maximale transitée dans le transformateur	50 kVA	100 kVA	160 kVA	250 kVA	400 kVA	630 kVA	1000 kVA

Le choix de la prise sur le transformateur HTA/BT (« prise à vide ») suivra les règles suivantes :

- si seuls des utilisateurs consommateurs sont raccordés sur les réseaux BT à l'aval du transformateur, la prise sera à 2,5 % ;
- si des utilisateurs producteurs sont raccordés sur les réseaux BT à l'aval du transformateur :
 - la prise sera à 0 % si la tension maximale totale calculée avec la prise +2,5 % est supérieure à $U_n+10\%$ et si la tension minimale totale calculée avec la prise 0 % est supérieure à $U_n-10\%$;
 - la prise sera à 2,5 % dans les autres cas.

5.2.2. Raccordement d'un utilisateur à partir de 120 kVA

Le raccordement d'un seul utilisateur dont la puissance de raccordement ($P_{\text{racc-inj}}$ ou $P_{\text{racc-sout}}$) est supérieure ou égale à 120 kVA doit se faire sur un départ direct neuf, en technique souterraine 240 mm²Alu.

5.3. Hypothèses pour vérifier l'absence de contrainte

5.3.1. Situations de référence

En BT, les calculs électriques réalisés pour vérifier l'absence de contrainte s'appuient sur une modélisation particulière des utilisateurs par profils statistiques. Ces profils permettent de modéliser les puissances moyennes et de pointe des utilisateurs, et aussi la manière dont les pointes de différents utilisateurs foisonnent. Le profil appliqué à chaque utilisateur est ajusté à son comportement réel à partir de ses relevés de compteur. Le calcul électrique s'appuie sur ces profils et sur la modélisation du foisonnement pour calculer le transit de puissance à la pointe dans chaque ouvrage (tronçon de réseau et transformateur HTA/BT). A partir de ces transits, les variations de tension dans chaque ouvrage sont calculées, afin de déterminer la tension d'alimentation de chaque utilisateur en situation de pointe.

Les calculs électriques pour évaluer les contraintes sont menés dans les situations de référence décrites ci-dessous.

- Situation de pointe de consommation : la puissance du client étudié est fixée à sa $P_{\text{racc-sout}}$, toute la production sur le réseau étudié est à l'arrêt, et la puissance des clients consommateurs, présents sur le réseau, correspond à leur profil de pointe de consommation à la température minimale de base (T_{mb}). Les seuils d'hiver sont retenus pour les intensités maximales admissibles par ouvrage.
- Situations de pointe de production : la puissance du client étudié est fixée à sa $P_{\text{racc-inj}}$, la puissance de tous les producteurs existants sur le réseau étudié correspond à leur profil de pointe de production, et la

²⁴ L'utilisation des transformateurs 50 kVA est limitée aux zones peu denses et peu évolutives ; ils ne peuvent pas alimenter des utilisateurs de Puissance de Raccordement supérieure à 12 kVA monophasé ou 36 kVA triphasé.

²⁵ L'utilisation des transformateurs 1000 kVA est limitée aux mises en service dans les zones urbaines denses et aux mutations de transformateur (marge d'évolution sur les transformateurs de 630 kVA).

Principes d'étude et règles techniques pour déterminer une solution technique de raccordement ou de modification du raccordement au Réseau Public de Distribution géré par Enedis

puissance des clients consommateurs correspond à leur profil de creux de consommation²⁶. Les seuils d'été sont retenus pour les intensités maximales admissibles par ouvrage.

Une solution technique n'est acceptable que si elle ne laisse aucune contrainte dans chacune des situations listées ci-dessus.

Dans chacune de ces situations, la puissance réactive des utilisateurs présents sur le réseau ou en file d'attente est modélisée de la façon suivante :

- pour la consommation, une valeur de cosinus φ de référence égale à 0,89 est retenue. Pour les consommateurs étudiés, un cosinus φ par défaut égal à 0,89 est retenu ;
- les producteurs seront modélisés avec leur valeur de tan φ contractuelle.

5.3.1.1. Modélisation spécifique pour un raccordement collectif en immeuble ou en lotissement

Un raccordement collectif en immeuble est un raccordement d'un branchement collectif vertical avec au moins 3 utilisateurs.

Un raccordement collectif en lotissement est un raccordement d'un branchement collectif horizontal de pavillons seuls avec au moins 3 utilisateurs.

Dans ces 2 situations, la puissance de raccordement est estimée selon la norme NF C14-100.

Si le nouveau raccordement d'un collectif horizontal se compose de pavillons, d'immeubles ou encore d'utilisateurs non domestiques, la puissance de raccordement sera la somme des puissances de raccordement des différents lots déterminées selon les méthodes suivantes :

- pavillons et immeubles : $P_{\text{racc-sout}}$ déterminée selon le présent paragraphe ;
- utilisateurs non domestiques : $P_{\text{racc-sout}}$ demandée par les clients concernés.

Dans la situation où un poste DP est créé dans le cadre d'une étude de raccordement d'un collectif, le dimensionnement du transformateur est réalisé à partir de la $P_{\text{racc-sout}}$ déterminée (selon le présent paragraphe), multipliée par un facteur de foisonnement au niveau du transformateur de 0.9.

5.3.1.2. Modélisation spécifique pour le raccordement d'IRVE en résidentiel collectif, Infrastructure de Recharge de Véhicule Electrique

Se référer à la note Enedis-NMO-RAC_002E.

5.3.2. Modélisation spécifique des clients en file d'attente et récemment raccordés

Enedis utilise un profil ajusté, appliqué à chaque utilisateur, tel que décrit précédemment. Un profil « par défaut » est appliqué aux utilisateurs en file d'attente.

5.3.3. Calcul des contraintes de tension

Dans le cadre des études BT, la tension HTA au primaire du transformateur HTA/BT, calculée dans les situations de référence (cf. 4.3.1) et plafonnée à $U_n \pm 5\%$, sera prise en compte.

Les chutes et les élévations de tension dans les branchements seront calculées.

5.4. Eléments spécifiques aux raccordements de producteurs

Hors consigne dérogatoire, la consigne de fonctionnement en énergie réactive de l'installation de production est $\tan \varphi = -0,35$.

²⁶ Cette dernière est estimée à 20 % de la charge maximale.

6 — Éléments spécifiques aux études d'augmentation de puissance

Une étude d'augmentation de puissance est réalisée lorsqu'un client demande à augmenter sa puissance souscrite. Même si sa puissance de raccordement reste identique, il se peut que des adaptations du réseau soient nécessaires. En effet, la modélisation des charges se base sur les puissances réellement consommées et leur foisonnement (cf. 3.3, 4.3.1 et 5.3), si bien que quand un client n'atteint jamais sa P_{racc} , la capacité non utilisée est remise à disposition des autres utilisateurs du réseau.

L'étude d'augmentation de puissance est réalisée comme une étude de raccordement classique, avec le client demandeur modélisé à sa nouvelle puissance de raccordement, à une différence près : lors de la vérification de l'absence de contraintes dans l'état initial (cf. 3.5.1), le client demandeur est modélisé à son ancienne puissance de raccordement.

7 — Glossaire

AC3M	Armoire de Coupure 3 directions Manuelles
AP	Augmentation de Puissance
CARD-I HTA	Contrat d'Accès au Réseau public de Distribution pour une installation de production, en Injection, raccordée en HTA
CARD-S HTA	Contrat d'Accès au Réseau public de Distribution pour une installation de consommation, en Soutirage, raccordée en HTA
DAR	Demande Anticipée de Raccordement
DIE	Décision d'Investissement Electricité
DP	Distribution Publique
DTR	Documentation Technique de Référence
EnR	Energie Renouvelable
FA	File d'Attente
GRD-F	Gestionnaire de Réseau de Distribution-Fournisseur
Imap	Intensité Maximale Admissible en Permanence
IPR	Impact Projet Réseau
IRVE	Infrastructure de Recharge de Véhicule Electrique
MES	Mise En Service
MP	Modification de Puissance
N-1 ou schéma N-1	Schéma secours après défaillance d'un seul élément du réseau
ORA	Offre de Raccordement Alternative
ORA-MP	Offre de Raccordement Alternative à Modulation de Puissance
ORR	Offre de Raccordement de Référence
P	Puissance active
PASA	Permutation Automatique de Source d'Alimentation
Pinst	Puissance installée
P_{racc-inj}	Puissance de raccordement en injection
P_{racc-sout}	Puissance de raccordement en soutirage
PS	Poste Source
P_{souscrite}	Puissance souscrite
P_{transfo}	Puissance nominale transformateur
Q	Puissance réactive
RPD	Réseau Publique de Distribution
RPT	Réseau Publique de Transport
Schéma N	Schéma normal d'exploitation
Tmb	Température Minimale de Base
TN	Température Normale
Uc	Tension Contractuelle
Umax	Tension maximale
Un	Tension nominale
ZA	Zone d'Aménagement