



Connecter les énergies d'avenir

+

CODE OPERATIONNEL DE RESEAU ACHEMINEMENT



**PIECE B1.1
MÉTHODE DE
DÉTERMINATION DES
CAPACITÉS AMONT**

Article 1 Constitution, évolutions et modifications de la pièce

GRTgaz s'efforce d'assurer au mieux de ses possibilités l'exactitude et la mise à jour des informations diffusées, dont il se réserve le droit de corriger, avec un préavis de 25 jours le contenu.

Les informations sont communiquées à titre indicatif, y compris les hyper liens ou toute autre liaison informatique utilisée directement ou indirectement et les informations de nature financière.

Aucune information figurant dans ce document ne peut être considéré comme étant une offre d'achat ou de services ou de conclusion d'un contrat.

Aucune donnée et/ou information figurant dans ce document n'engage sa responsabilité.

La responsabilité de GRTgaz ne saurait être engagée pour :

- Les dommages de toute nature, directs ou indirects, résultant de l'utilisation de ce document et notamment toute perte d'exploitation, perte financière ou commerciale ;
- L'impossibilité d'accéder à ce document ;
- Les omissions et/ou erreurs que pourrait contenir ce document.

Article 2 Méthode

2.1 Calcul de capacités

Les calculs de capacités sont essentiellement utilisés pour répondre à deux types d'enjeux :

- Le développement du réseau, dont l'objet est de définir les ouvrages ou les conditions d'utilisation du réseau qui rendent possible la modification de l'offre de GRTgaz pour répondre à une attente exprimée par le marché ;
- La connaissance des limites du système gaz, dont l'objet est de déterminer précisément les capacités fermes et interruptibles afin de proposer la meilleure offre possible qui ne remet pas en cause le bon fonctionnement du réseau.

La méthode de calcul diffère suivant qu'il s'agit de déterminer ou de développer des capacités.

2.2 Calcul de développement de capacités

Dans le cas du développement, les calculs de simulation du réseau sont réalisés pour répondre à un besoin spécifique exprimé par le marché, correspondant en général à l'augmentation des capacités d'entrées ou de sorties en un Point d'Interconnexion Réseau, en un Point d'Interface Transport Stockage ou en un Point d'Interface Transport Terminaux Méthanier. Ces points seront nommés dans la suite du document Points d'Interface.

L'élaboration d'une stratégie, pouvant comporter le développement de nouveaux ouvrages, la définition de nouvelles conditions d'utilisation du réseau, ou les deux à la fois, permet de répondre à ce type de besoin.

L'enjeu des calculs de simulation du réseau est de déterminer la meilleure stratégie parmi toutes celles possibles.

Le calcul réseau se décompose en deux temps :

- 1^{er} temps : détermination des limites du système
La méthode consiste à sélectionner parmi tous les schémas d'approvisionnement possibles, ceux susceptibles de contraindre le plus le réseau compte-tenu des évolutions requises. L'étude de ces

schémas permet de déterminer les zones de congestion du réseau et de trouver ainsi les nouvelles limites du système.

- 2^{ème} temps : identification des leviers à mettre en œuvre
Une fois les zones de congestion identifiées, les ouvrages susceptibles de les résorber sont modélisés (doublement de canalisation, renforcement des capacités de compression) et testés pour différentes valeurs de dimensionnement. La solution technico-économique la plus robuste est ensuite retenue.

Le développement d'ouvrages ne permet pas toujours de répondre complètement au problème posé. Il peut subsister des schémas d'approvisionnement auxquels le réseau ne saura pas faire face, mais pour lesquels aucun développement ne constitue une solution économique acceptable par le marché. Dans ces cas, il peut être envisagé de traiter les congestions par la détermination de nouvelles conditions d'utilisation du réseau. Celles-ci correspondent à des restrictions du domaine couvert par l'offre de GRTgaz et se traduisent par des flux minimum ou maximum en certains Points d'Interface.

Une condition d'utilisation du réseau est déterminée en faisant varier jusqu'à la limite de saturation du réseau le ou les points d'entrée/sortie sur lesquels portera la condition, et ce pour différentes températures couvrant tous les cas possibles. La valeur extrême issue de cette étude servira de condition maximale (ou minimale) de flux au(x) Point(s) d'Interface considéré(s). Le respect de cette condition garantira le fonctionnement du réseau.

2.3 Actualisation ou confirmation des capacités commercialisables

Les niveaux de capacités commercialisables en ferme ou interruptible sont déterminés en fonction de nombreux paramètres : les niveaux et le profil de consommations, les capacités aux autres Points d'Interface, les capacités des ouvrages constituant le cœur de réseau.

Ces paramètres évoluant dans le temps, il est nécessaire de réaliser régulièrement les calculs de simulations du réseau afin de confirmer ou d'actualiser les niveaux de capacités commercialisables.

Pour cela, les ouvrages disponibles et leurs caractéristiques sont fixés à une échéance donnée. La capacité correspond au flux maximum que le réseau peut recevoir (ou délivrer) en un Point d'Interface considéré, les autres Points d'Interface étant connus et respectant leurs limites.

Pour les capacités fermes, la valeur retenue est la plus petite trouvée ne générant aucune congestion sur le réseau et sans conditions de flux sur les autres Points d'Interface.

Pour les capacités interruptibles, les valeurs sont déterminées suivant la même méthode, mais en y associant des conditions de disponibilité qui repoussent les limites du réseau vu du Point d'Interface considéré. Les conditions associées sont telles que ces capacités conservent un niveau de disponibilité raisonnable.

Les conditions de disponibilité peuvent s'exprimer par :

- Des niveaux de flux sur d'autres Points d'Interface ;
- Des conditions climatiques (niveaux de température, donc de consommations).

Article 3 Hypothèses ou données techniques

L'outil utilisé pour modéliser le comportement du réseau principal de GRTgaz a été développé à partir de l'application Excel. Il est composé d'une feuille de calcul représentant schématiquement le réseau, de bases de données de consommations, d'une modélisation du comportement des stockages, et d'une bibliothèque de fonctions pour les calculs de pertes de charge et de points de fonctionnement des compresseurs de gaz.

3.1 Modélisation des canalisations et des points de prélèvement

Le réseau principal de transport de GRTgaz a été décomposé en plus d'une centaine de tronçons. Chaque tronçon est caractérisé par :

- Sa longueur ;
- Son diamètre ;
- Sa rugosité ;
- Sa Pressions Maximales de Service (PMS).

Afin de simplifier le modèle mais de conserver les effets des consommations sur le transit, les points de prélèvement du réseau principal ont été regroupés. Cela représente une soixantaine de points de prélèvement rattachés aux différents nœuds du réseau (aux points de jonction des tronçons). Les sites fortement modulés sont quant à eux traités comme des points de prélèvement à part entière, compte-tenu de leur impact sur le fonctionnement du réseau.

3.2 Modélisation des interconnexions

Les interconnexions permettent d'orienter le gaz aux différents nœuds du réseau. Toutes les configurations possibles sont intégrées et disponibles dans l'outil de modélisation pour réaliser les simulations de transit.

3.3 Modélisation des stations de compression

Les stations de compression du réseau principal sont utilisées pour compenser l'effet des pertes de charges en ligne le long des gazoducs. La précision de leur modélisation doit être en accord avec celle des calculs de pertes de charges.

L'outil de modélisation utilise les données des compresseurs issues du référentiel technique des infrastructures de GRTgaz. Les données de ce référentiel sont déterminées lors d'essais de performance des machines in situ. La modélisation est de fait très proche de la capacité réelle des installations à réaliser les points de fonctionnement demandés.

L'outil vérifie la faisabilité des points de fonctionnement des stations de compression en confrontant les valeurs du modèle aux données du référentiel :

- La puissance motrice ISO du compresseur doit être inférieure à la puissance motrice maximale du compresseur ;
- Le débit et le taux de chaque compresseur doivent respecter la plage de fonctionnement.

3.4 Pressions maximales et minimales

Le dimensionnement du réseau tient compte du respect de pressions maximales et minimales en tout point du réseau.

Les pressions maximales correspondent aux Pressions Maximales de Service (PMS) des canalisations.

Les pressions minimales ont plusieurs origines. Il peut s'agir :

- De pressions basses nécessaires pour garantir les manœuvres des organes de sécurité ;
- De pressions basses nécessaires pour garantir le bon fonctionnement des compresseurs de gaz installés sur les stations de compression ;
- De pression d'interface avec les opérateurs adjacents (stockages à l'injection, pression de livraison à Teréga à Castillon et Cruzy, GVM à Oltingue) ; les valeurs de ces pressions minimales sont déterminées dans les contrats d'interface entre opérateurs ;
- De contraintes spécifiques remontées par le réseau régional.

Article 4 Hypothèses ou données marketing

4.1 Comportement climatique des consommations

Le niveau de consommation est fixé pour une température donnée.

Le modèle traduit le comportement climatique des consommateurs, jusqu'à une température seuil au-delà de laquelle les consommations non climatiques deviennent prédominantes.

Les différents types de consommateurs (clients industriels, distributions publiques, CCCG...) sont analysés et modélisés indépendamment.

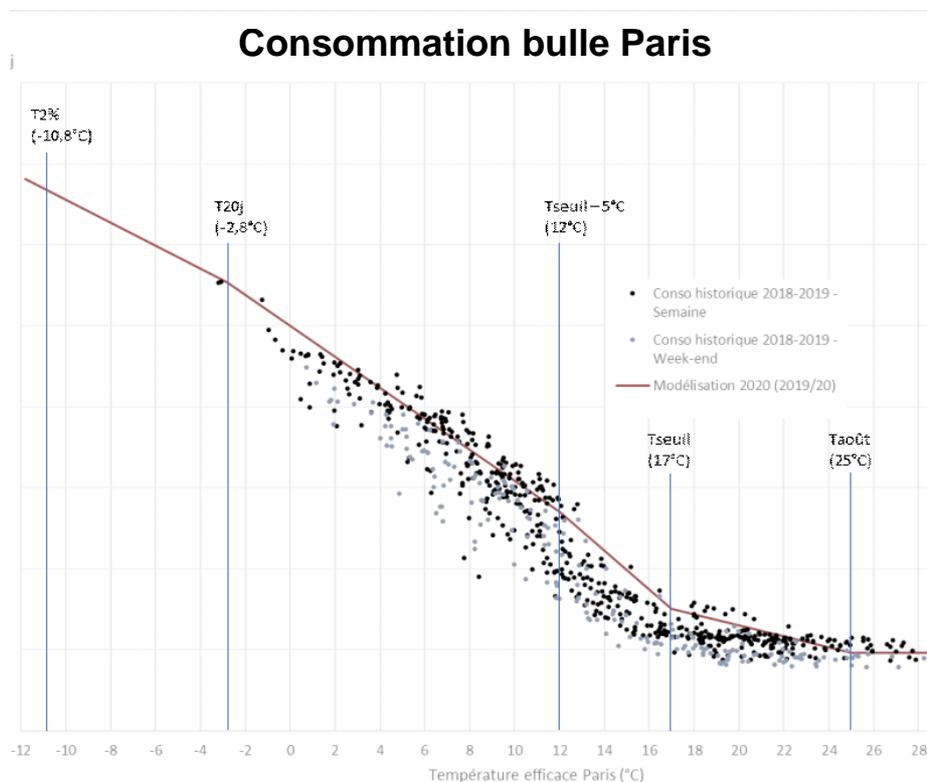


Figure 1 : consommations à la maille « bulle Paris » en fonction des températures

Le modèle prend en compte un taux de foisonnement des consommations, c'est-à-dire que la consommation globale d'une zone géographique est inférieure à la somme des consommations prévues en chaque point de livraison de cette zone. Cela traduit le fait que tous les consommateurs ne consomment pas au même moment.

Au-delà de la température seuil, le niveau de consommation ne peut plus être directement déduit de la température. Il dépend notamment de la période considérée (début ou fin d'été).

4.2 Fonctionnement des sites fortement modulés

Parmi les consommateurs raccordés au réseau, les sites fortement modulés (SFM) représentent des points particuliers. Leur niveau de consommation important et non climatique nécessite de les traiter de manière individualisée. Pour tout scénario étudié, une analyse de la sensibilité au fonctionnement de chaque SFM est menée.

4.3 Usage climatique des stockages

L'utilisation des stockages est prise en compte de sorte à accompagner la modulation saisonnière des consommations : les quantités de gaz stockées en été sont délivrées en hiver pour couvrir l'augmentation des consommations de gaz liées au chauffage. L'hypothèse retenue est donc un usage climatique des stockages : l'injection maximale en période d'été et le soutirage maximal en période d'hiver dépendent de la température. Pour chaque température, le niveau d'injection maximale ou de soutirage maximal est appelé capacité climatique.

Plus précisément, la capacité climatique d'un stockage dépend :

- De la température ;
- De son volume utile ;
- Des capacités d'injection et de soutirage communiquées par les opérateurs.

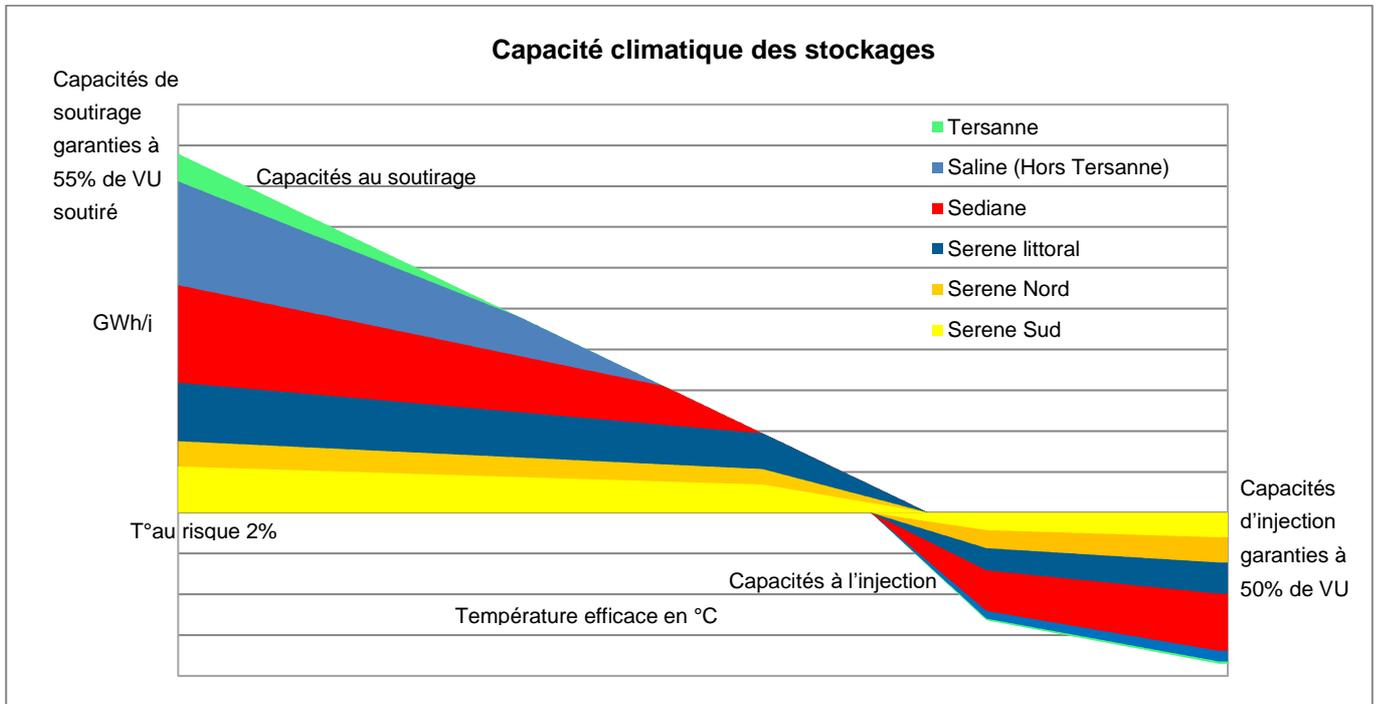


Figure 2 : modèle climatique d'utilisation des stockages

GRTgaz applique également dans son modèle une hypothèse de sollicitation homogène des stockages au sein d'une zone, dite utilisation au prorata des stockages. Cela signifie que pour un niveau de soutirage ou d'injection donné, chaque stockage est sollicité proportionnellement à sa capacité climatique. En conséquence, les situations de déséquilibre dans l'utilisation des stockages ne sont pas prises en compte pour le calcul des capacités (par exemple, les scénarios pour lesquels certains stockages sont en injection pendant que d'autres sont en soutirage).

4.4 Équilibrage du réseau

Les simulations sont réalisées pour un réseau équilibré : les ressources compensent exactement les sorties du réseau.

Article 5 Calculs

5.1 Caractéristiques du gaz

Deux caractéristiques du gaz sont utilisées pour le calcul des capacités du réseau : le pouvoir calorifique supérieur (PCS) et la densité.

Le PCS est défini pour chaque Point d'Interface en entrée du réseau sur la base des valeurs constatées sur un historique de cinq ans.

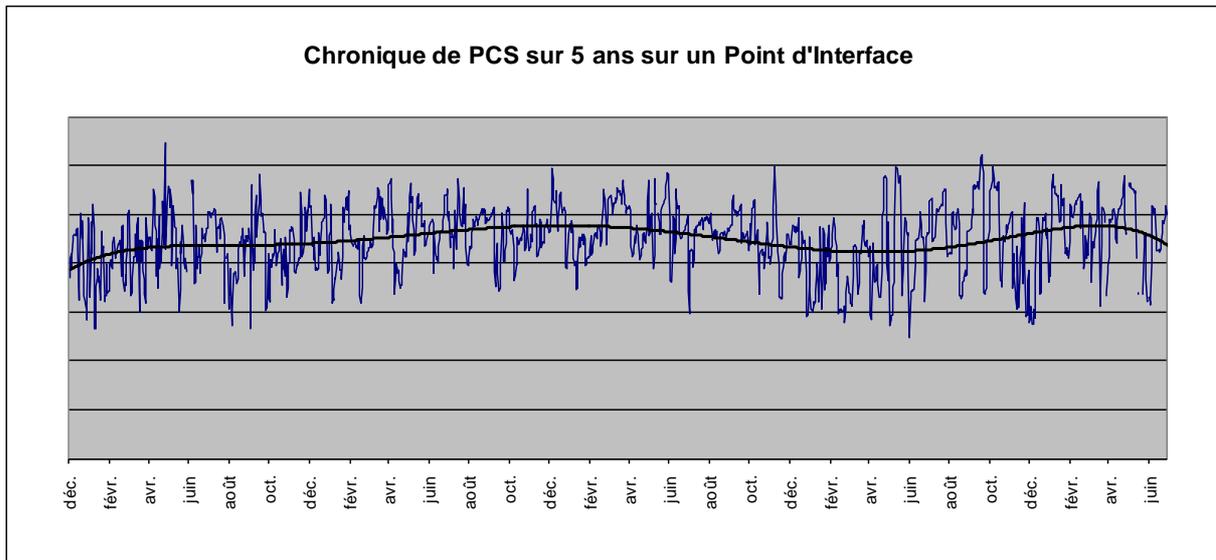


Figure 3 : historique des PCS sur un Point d'Interface

Le classement des PCS journaliers de cette chronique permet ensuite de déterminer les valeurs de PCS en fonction de la probabilité d'occurrence.

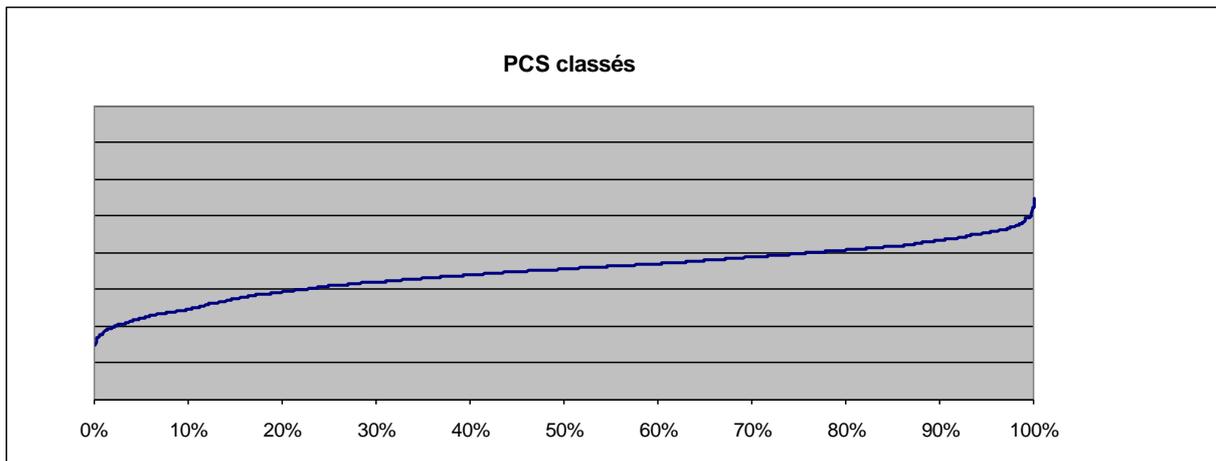


Figure 4 : détermination du PCS dépassé x% du temps

La densité est déterminée en cohérence avec le PCS (il y a corrélation entre PCS et densité).

5.2 Calcul des flux transités

Les flux sont calculés dans chaque tronçon selon la loi des nœuds. Les simulations sont réalisées en orientant les flux au travers des interconnexions et en paramétrant les stations de compression ainsi que les débits dans certaines artères. Les calculs de capacités sont réalisés pour des écoulements en régime permanent.

5.3 Calcul des pertes de charges

Les pertes de charges sont calculées pour chaque tronçon selon une formule dérivée de la formule de Colebrook, et fonction des données suivantes :

- Le PCS ;
- La densité ;
- La température moyenne du gaz transité ;
- La pression absolue à l'amont du tronçon ;
- Le débit volumique transité dans le tronçon ;
- Le diamètre intérieur de la canalisation ;
- La longueur de la canalisation ;
- La rugosité apparente de la canalisation.

En toute rigueur, le dénivelé des tronçons intervient également dans le calcul des pertes de charges. Son effet est toutefois négligeable pour les canalisations du réseau principal.