



Buildwise



WaterDim

Hypothèses utilisées pour les courbes PV

1 Objet du document

Ce document **présente les hypothèses considérées lors de la construction des courbes PV (puissance-volume)**.

Ces courbes ont été construites dans le cadre du projet de recherche prénormatif OptiDim (soutenu par le SPF économie - fédéral) et étendues dans le cadre du projet COOCK SWW 2.0 (soutenu par Vlaio - Flandre).

Certaines de ces hypothèses varient en fonction de la configuration hydraulique considérée.

Les différentes configurations étudiées sont reprises dans le tableau ci-dessous :

ID	Type
T10	Système de production instantanée
T21	Système de production avec échangeur interne dans un ballon d'eau sanitaire
T22	Système de production avec échangeur interne dans un ballon d'eau technique
T23	Système de production avec échangeur interne dans 2 ballons d'eau sanitaire en série
T24	Système de production avec échangeur interne dans 2 ballons d'eau sanitaire en parallèle
T31	Système de production avec échangeur externe et ballon d'eau sanitaire
T32	Système de production avec échangeur externe et ballon d'eau technique
T33	Système de production avec échangeur externe et 2 ballons d'eau sanitaire en série
T34	Système de production avec échangeur externe et 2 ballons d'eau sanitaire en parallèle
T40	Système de production par accumulation pur avec échangeur interne

2 Approche calculatoire

2.1 Logiciel

Pour définir les courbes PV, la charge thermique a été déterminée grâce à un **logiciel de simulation dynamique** (TRNSYS).

2.2 Pas de temps

Le pas de temps utilisé dans les simulations est d'**une minute**.

Le pas de temps est la durée au-delà de laquelle l'ensemble des paramètres et des grandeurs physiques de l'installation sont chaque fois réévalués par le logiciel de simulation.

Cette durée d'une minute permet :

- de s'aligner au pas de temps qui est recommandé dans la norme NBN EN 12831-3 « Performance énergétique des bâtiments - Méthode de calcul de la charge thermique nominale - Partie 3 : Charge thermique des systèmes de production d'eau chaude sanitaire et caractérisation des besoins » ;
- d'être suffisamment court pour tenir compte des pointes de puisages intenses et de courtes durées ainsi que de l'éventuel manque de réactivité des systèmes de production.

2.3 Durée de la simulation

La simulation est effectuée sur un **jour type**. Il n'est pas nécessaire de simuler l'installation sur plusieurs journées étant donné que le profil de puisages type s'exprime sur une échelle de temps de 24 heures.

2.4 Demande d'eau chaude sanitaire

Les profils de demande d'eau chaude sanitaire sont ceux qui ont été définis grâce au projet de recherche « OptiDim ».

Ces profils ont été construits sur base de **campagnes de mesure réalisées depuis 2011** par l'équipe de recherche dans des logements collectifs en Belgique.

3 Exigences

Chaque courbe PV présentée dans le logiciel répond aux 4 exigences reprises dans le tableau ci-dessous.

Grandeur	Conditions à respecter
Température de sortie de production inférieure à 60°C	La température de l'eau à la sortie de la production ne peut pas être inférieure à 60°C pendant plus de 10 min sur une journée type.
Température de sortie de production est inférieure à 45°C	La température de l'eau à la sortie de la production ne doit jamais être en dessous de 45°C sur une journée type.
Durée de fonctionnement du générateur de chaleur	Le générateur de chaleur doit s'arrêter au moins une fois durant la journée type
Nombre de démarrages du générateur de chaleur	Le générateur de chaleur ne peut s'allumer que maximum 96x sur une journée type, ce qui représenterait des périodes de chauffe d'au moins 15 min.

Ces exigences ont été déterminées afin d'obtenir une installation qui puisse répondre à un triple objectif :

1. une installation **confortable** : assurer un débit d'eau chaude suffisant, à la bonne température et avec un temps d'attente raisonnable ;
2. une installation **saine** : prévoir un renouvellement d'eau régulier et maîtriser le développement des légionelles ;
3. une installation **énergétiquement efficace** : concevoir une installation qui permette au générateur de chaleur de travailler à son meilleur rendement et d'éviter des courts cycles de marche-arrêt.

4 Eau froide

La température de l'eau froide considérée à l'entrée du système de production d'eau chaude sanitaire est de **10°C**.

Quand cette eau froide arrive directement dans des ballons d'eau chaude sanitaire, il a été considéré qu'un déflecteur est présent afin de **ralentir la vitesse** de ce flux dans le ballon.

5 Boucle d'eau chaude sanitaire

5.1 Présence de la boucle

Une boucle d'eau chaude sanitaire est toujours considérée comme présente dans le bâtiment. En effet, pour des immeubles de plus de 5 appartements, il est très rare de pouvoir se passer de cette boucle pour pouvoir respecter les exigences formulées au chapitre « Exigences ».

5.2 Débit de la boucle

Ce paramètre doit être déterminé par l'utilisateur du programme car il a un **impact important sur les résultats**.

Le lecteur trouvera plus d'informations sur le calcul du débit de la boucle dans les informations accompagnant les schémas hydrauliques (**voir résultats**).

5.3 Equilibrage et température de retour

Il est considéré que le réseau bouclé est correctement équilibré et que la température de retour de la boucle est de **55°C**.

6 Générateur de chaleur

6.1 Type de générateur et température de la charge primaire

Le type de générateur n'a pas été considéré précisément. Il a simplement été convenu qu'une source de chaleur est capable de fournir un certain débit d'eau chaude à une température donnée et au moment voulu.

Dans certaines configurations, cette température est demandée dans le formulaire car elle peut avoir un impact important sur les résultats.

6.2 Réactivité de la production

La réactivité est définie comme la durée comprise entre le moment où une demande de charge est formulée et le moment où l'énergie produite par le générateur de chaleur commence à être réellement transmise à l'eau sanitaire.

Une réactivité de **2 minutes** est considérée en base dans chaque configuration.

Note : d'autres durées sont considérées dans les projets de recherche (4 ou 6 minutes) :

- dans les installations avec des ballons à échangeur interne, ces durées ont relativement peu d'impact sur les résultats des courbes PV.
- par contre, dans les installations avec échangeur externe, des durées plus importantes peuvent avoir impact sur les courbes PV.

7 Ballon de stockage

7.1 Volumes minimaux et maximaux

Les courbes PV sont restreintes entre un volume minimal et maximal :

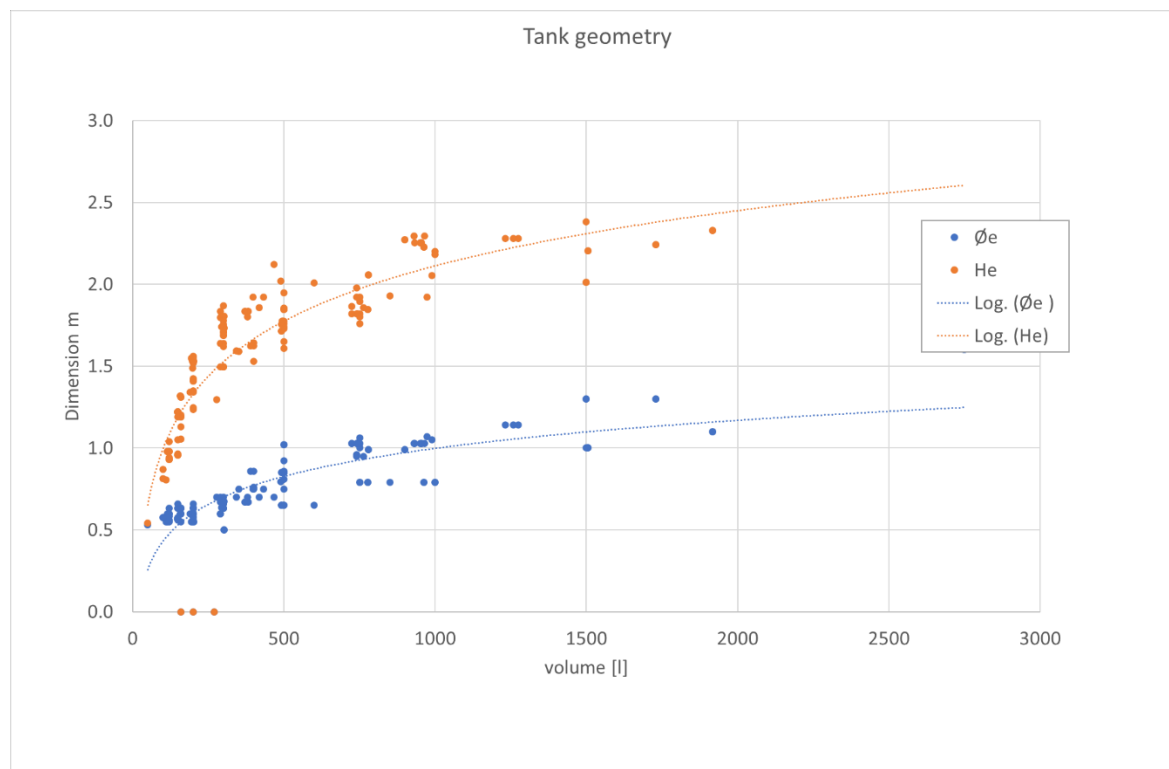
- d'une part, il existe un volume en dessous duquel l'installation ne peut plus répondre aux exigences reprises au chapitre « Exigences » (entre autres, à cause du fait que les pompes de charge ainsi que le générateur de chaleur ne peuvent réagir immédiatement à la demande) ;
- d'autre part, il est inutile de sélectionner des volumes de stockage trop importants. En effet, cela implique des coûts et un encombrement inutilement élevés. Cela risque également de dégrader la qualité de l'eau si le renouvellement journalier de l'eau stockée n'est pas suffisant.

7.2 Géométrie des ballons

Il existe une multitude de ballons disponibles sur le marché belge.

Il a donc été établi une formule qui détermine la géométrie « moyenne » du ballon (hauteur et diamètre) en fonction du volume d'eau qu'il contient. Cette formule est établie sur base de l'analyse de plus de 450 ballons disponibles sur le marché belge.

Cette analyse a montré que la relation entre la hauteur, le diamètre et le volume des ballons était relativement convergent, peu importe la marque du ballon.



7.3 Perte thermique du ballon vers le local technique

La température du local contenant le système de production d'eau chaude sanitaire est considérée à **20°C**.

Une formule a été définie pour établir le lien entre les pertes thermiques du ballon et le volume d'eau qu'il contient. Cette formule est établie sur base de l'analyse de plus de 450 ballons disponibles sur le marché belge.

Note : des épaisseurs plus faibles ou plus importantes de calorifugeage ont été également considérées dans les projets de recherche. Elles ont peu d'impact sur la définition des courbes PV mais bien sur la consommation d'énergie du système.

8 Hypothèses spécifiques aux systèmes avec ballon(s) à échangeur interne

8.1 Type d'échangeur

L'échangeur interne considéré est de type **serpentin**.

8.2 Régulation de la charge

8.2.1 Nombre de sondes de température

En base, la régulation de la charge est pilotée sur base d'**une seule sonde** qui est **disposée à mi-hauteur** du ballon.

Note : des modes de régulation avec 2 sondes de température ont également été envisagés dans les projets de recherche. La pose de 2 sondes à la place d'une seule n'implique pas une grande modification de la courbe PV.

8.2.2 Hystérèse

Pour éviter des courts-cycles de marche-arrêt, il est considéré une régulation de la charge du ballon via une **hystérèse en base de 3K** au-delà de la température de consigne. En d'autres termes :

- la charge s'enclenche une fois que la sonde de température mesure une valeur inférieure à celle de la température de consigne ;
- la charge se déclenche lorsque la sonde de température mesure une valeur atteignant 3K de plus que la température de consigne.

Note : des valeurs de 2 et 5K ont également été envisagées dans les projets de recherche : elles n'ont pas impliqué de grandes modifications des courbes PV.

8.2.3 Température de stockage pour le ballon d'eau technique

Ce paramètre doit être déterminé par l'utilisateur du programme car il a un **impact important sur les résultats**.

Deux températures de consignes sont considérées :

- 65 °C
- 70 °C

8.2.4 Fonctionnement de la pompe de charge

La pompe de charge fonctionne **uniquement s'il y a une demande**.

8.3 Position du retour de la boucle dans le ballon

Sauf pour les installations où l'eau stockée est de type technique, ce paramètre doit être déterminé par l'utilisateur du programme car il a un **impact important sur les résultats**.

Deux connexions du retour de la boucle sont considérées :

- une dans le bas du ballon
- une à mi-hauteur du ballon

Pour les installations où l'eau stockée est de type technique, la connexion se fait d'office par le bas du ballon.

8.4 Hauteur de l'échangeur de chaleur

La hauteur de l'échangeur de chaleur est exprimée par rapport à la hauteur intérieure du ballon.

Sauf pour les installations où l'eau stockée est de type technique, ce paramètre doit être déterminé par l'utilisateur du programme car il a un **impact important sur les résultats**.

Deux hauteurs sont considérées :

- une correspondant à 50% de la hauteur du ballon
- une correspondant à 70% de la hauteur du ballon

Pour les installations où l'eau stockée est de type technique, l'échangeur la chaleur se développe sur l'entièreté de la hauteur du ballon.

8.5 Position de l'entrée de la charge pour le ballon d'eau technique

L'entrée de la charge de l'eau technique dans le ballon arrive dans sa partie supérieure afin que celui-ci soit mis en charge complètement et que la température en son sommet soit la plus haute possible.

9 Hypothèses spécifiques aux systèmes avec ballon(s) à échangeur externe

9.1 Type d'échangeur

L'échangeur externe considéré est de type **à plaque**.

9.2 Régulation de la charge

9.2.1 Nombre de sondes de température

La régulation de la charge est pilotée sur base de 2 **sondes**.

Grâce à ces 2 sondes, il est possible de **réduire les cycles de marche-arrêt** en arrêtant la charge que lorsque le ballon est pleinement monté à température. En effet :

- la sonde supérieure (généralement appelée « sonde d'enclenchement » ou «sonde ON ») enclenche la charge une fois que la température de l'eau est en dessous d'une première température de consigne. Cette sonde est disposée à **mi-hauteur du ballon**
- la sonde inférieure (généralement appelée « sonde de déclenchement » ou «sonde OFF ») arrête la charge une fois qu'elle mesure que la température au **fond de ballon** atteint une 2ème température de consigne.

Note : il a été considéré une régulation avec une seule sonde de température. Une telle régulation n'implique généralement pas de grandes modifications au niveau des puissances requises. Par contre, le nombre de démarrages peut devenir beaucoup plus important (ce qui est dommageable pour l'efficacité énergétique et la pérennité du générateur de chaleur).

9.2.2 Différence entre les températures de consigne

La différence de température des seuils d'enclenchement et de déclenchement doit être déterminée pour, d'une part, permettre le charge correcte du ballon et, d'autre part, éviter un nombre de démarrages trop important.

La différence de température considérée est de **2K**.

9.2.3 Température de l'eau primaire

Sauf pour les installations où l'eau stockée est de type technique, ce paramètre doit être déterminé par l'utilisateur du programme car il a un **impact important sur les résultats**.

3 températures sont considérées :

- 63 °C
- 68 °C
- 73°C

Pour les installations où l'eau stockée est de type technique, il est considéré :

- une température de l'eau primaire de 70°C
- une température à l'entrée primaire de l'échangeur de 65K
- une chute de température du côté primaire de l'échangeur de 25K

9.2.4 Fonctionnement des pompes de charge

Les pompes de charge fonctionnent **uniquement s'il y a une demande de charge**.

9.3 Position du retour de la boucle dans le ballon

Sauf pour les installations où l'eau stockée est de type technique, ce paramètre doit être déterminé par l'utilisateur du programme car il a un **impact important sur les résultats**.

Deux connexions du retour de la boucle sont considérées :

- une dans le bas du ballon
- une à mi-hauteur du ballon

9.4 Position de l'entrée de la charge pour le ballon d'eau technique

L'entrée de la charge de l'eau technique dans le ballon est considéré dans le tiers supérieur de la hauteur du ballon. Une entrée plus basse que le sommet du ballon permet de stabiliser la température de départ vers la boucle d'eau chaude sanitaire (sinon, cette température serait impactée par l'éventuel manque de réactivité de la génération et du transfert de chaleur via l'échangeur externe).

Note : il a également été considéré une entrée dans le sommet du ballon. Bien que la température de départ de la boucle soit plus instable, cette approche peut se révéler intéressante pour les ballons de petite taille afin de réduire la puissance requise.