Formation Bâtiment Durable

Chauffage et eau chaude sanitaire : conception

Automne 2021

Eau chaude sanitaire : choix et dimensionnement de la production

Thomas LECLERCQ

bruxelles environnement leefmilieu brussel .brussels

INTERFACE SOLUTIONS

OBJECTIFS DE LA PRÉSENTATION

- Quel mode de préparation ?
- Quels impacts sur les installations ?

TABLE DES MATIÈRES

BESOINS ET EXIGENCES EN RÉSIDENTIEL

MODES DE PRÉPARATION

DIMENSIONNEMENT

BESOINS ET EXIGENCES

Assurer une alimentation ECS confortable

- Température d'eau
- Débit de puisage
- Quantité d'eau
- Temps d'attente

Limiter les ressources

- Eau
- Energie

BESOINS ET EXIGENCES

Consommation d'eau

- Sur base des consommations réelles
  - Possible uniquement en rénovation
  - Bien pour le secteur tertiaire
- En fonction du débit nominal des points de puisage
  - Présente un risque de surdimensionnement
- Via des profils types
  - Utilisé pour les constructions neuves
  - Bien adapté au secteur résidentiel

Température de l'eau chaude puisée

- 60°C pour les puisages dans la cuisine
- 40°C pour les puisages dans la salle de bain

Température de l'eau chaude stockée

- 60°C (éviter une T° plus élevée car risque de brûlure et augmente l'entartrage et l'usure de la robinetterie)

RÉSIDENTIEL

- Volume d'eau journalier ou débit des points de puisage

Puisage	T° eau	Débit	Temps	Volume
Evier	60°C	5 l/min	5 min	25 l
Baignoire	40°C	15 l/min	10 min	150 l
Douche	40°C	10 l/min	6 min	60 l

- Uniformisation des T° eau chaude puisée à 60°C
  - $V_{60} = V_x \frac{T_x - 10}{60 - 10}$

Puisage	T° eau	Débit	Temps	Volume
Evier	60°C	5 l/min	5 min	25 l
Baignoire	60°C	9 l/min	10 min	90 l
Douche	60°C	6 l/min	6 min	36 l

TABLE DES MATIÈRES

BESOINS ET EXIGENCES EN RÉSIDENTIEL

MODES DE PRÉPARATION

- **Exemple de production directe en instantané**
- **Exemple de production directe en semi-instantané OU semi-accumulation**
- **Exemple de production directe en accumulation**
- **Exemple de production indirecte en instantané**
- **Exemple de production indirecte en semi-instantané ou en (semi-)accumulation**

DIMENSIONNEMENT

MODE DE PRÉPARATION

En fonction du rapport puissance – volume :

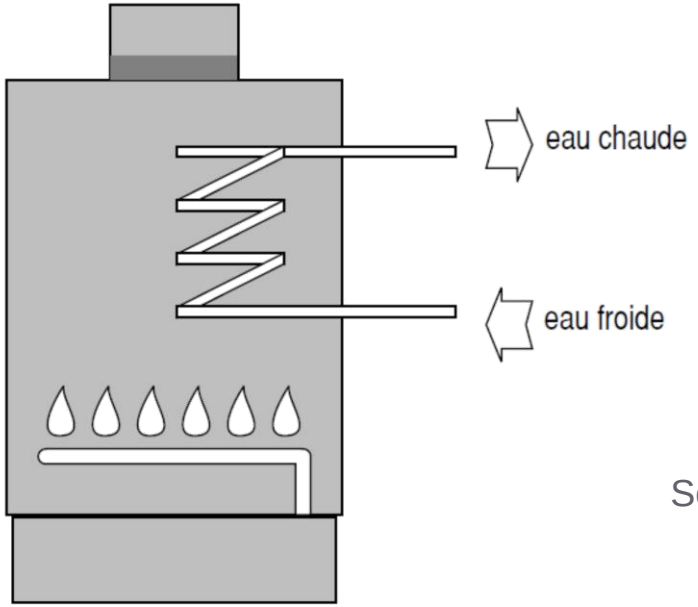
- Production en instantané
- Production en semi-instantané
- Production en semi-accumulation
- Production en accumulation

En fonction de la transmission de chaleur à l'eau :

- Production directe
- Production indirecte

- **Trois modes de dimensionnement des appareils :**
  - Préparation instantanée : détermination de la puissance
  - Préparation en accumulation pure : détermination du volume
  - Préparation mixte : détermination combinée volume/puissance

EXEMPLE DE PRODUCTION DIRECTE EN INSTANTANÉ

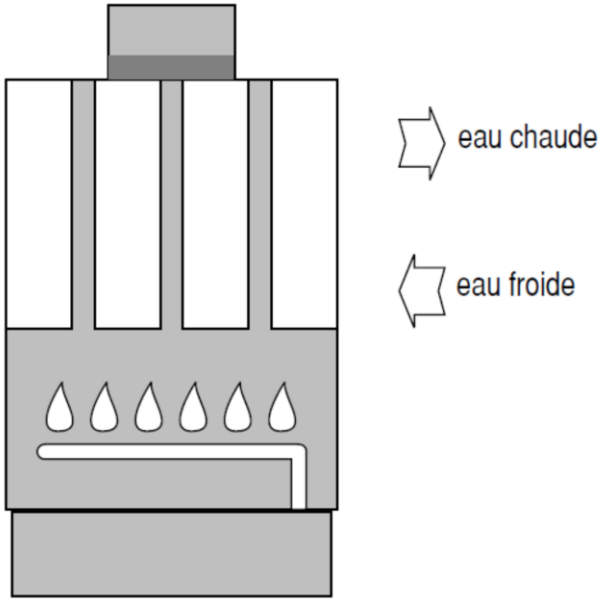


instantané gaz

Source : DGTRE

+ Faible encombrement
+ Pas de perte de stockage
− Fluctuation de la T° d'eau donc risque d'inconfort
− Fonctionnement en cycles courts donc rendement de combustion plus faible

EXEMPLE DE PRODUCTION DIRECTE EN SEMI-INSTANTANÉ OU SEMI-ACCUMULATION



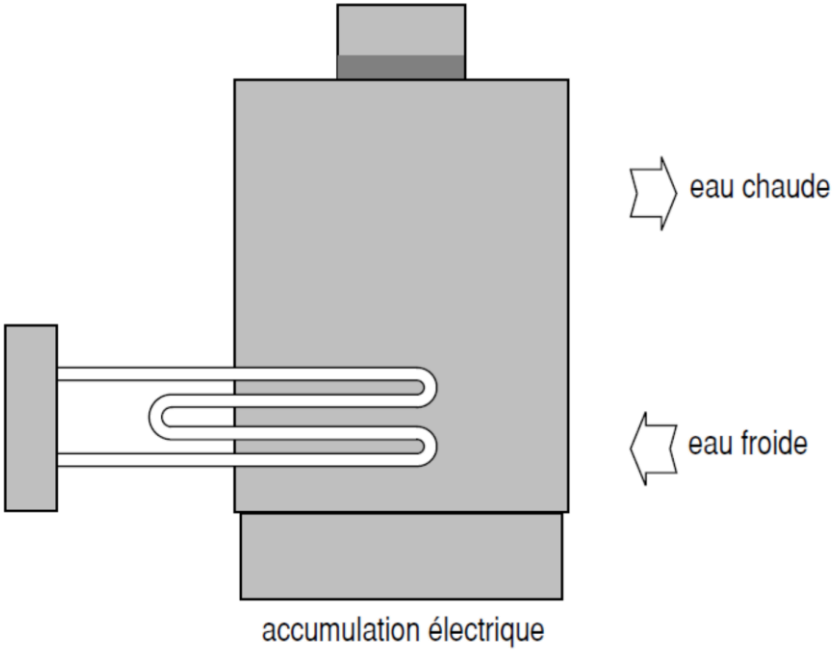
semi-accumulation de gaz

Source : DGTRE

+ Confort amélioré
+ Encombrement limité
+ Puissance limitée

- Semi-instantané : stockage limité et puissance pour le complément
- Semi-accumulation : stockage pour une période de pointe

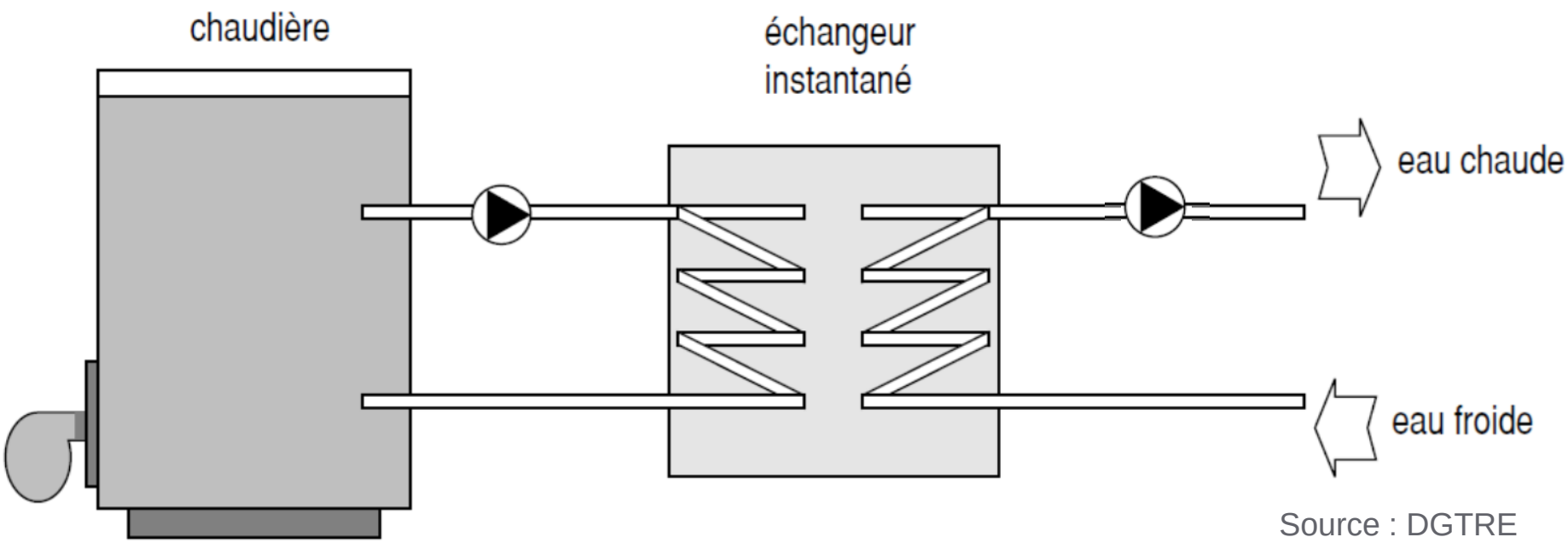
EXEMPLE DE PRODUCTION DIRECTE EN ACCUMULATION



Source : DGTRE

+ Stockage correspondant à une journée complète et recharge la nuit
+ Confort amélioré car temps de réponse court et T° eau stable
− Pertes d'énergie du ballon de stockage
− Encombrement plus important

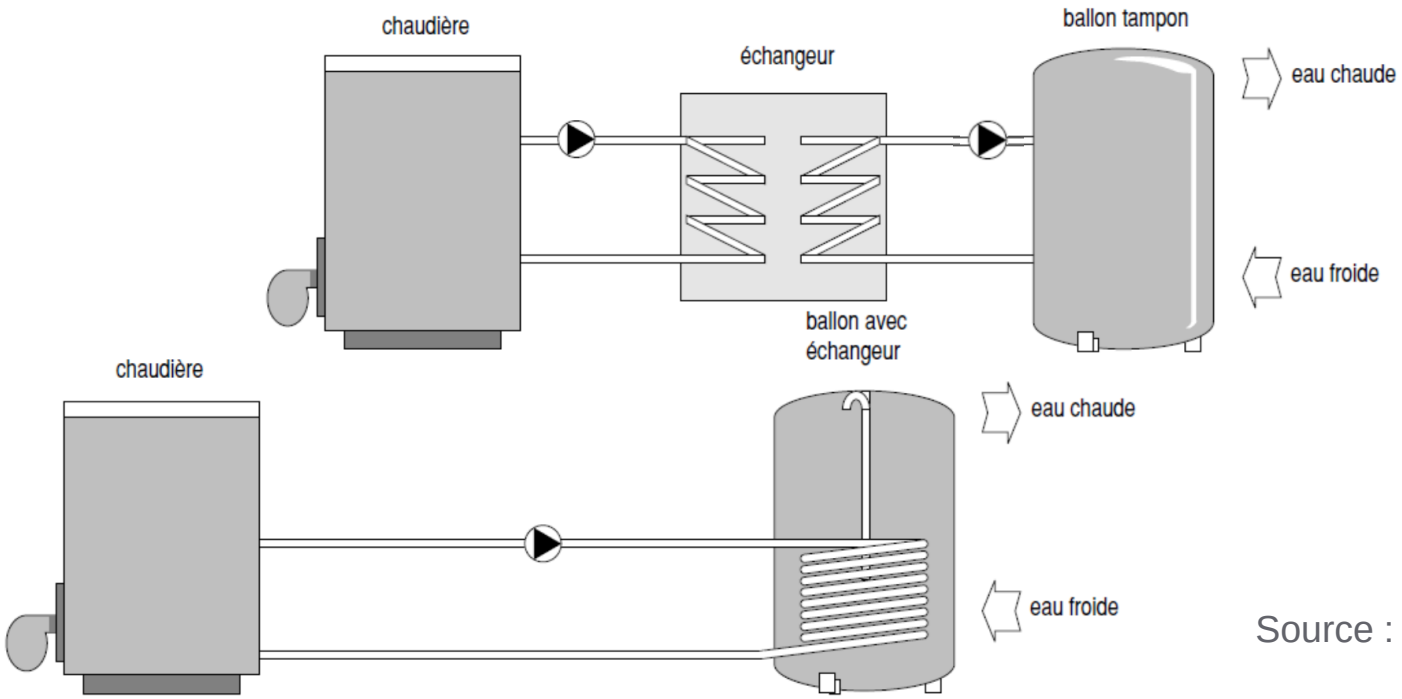
EXEMPLE DE PRODUCTION INDIRECTE EN INSTANTANÉ



Source : DGTRE

+ Faible encombrement et aucune perte de stockage
− Fluctuation de la T° d'eau donc risque d'inconfort
− Chaudière en permanence à T° élevée donc rendement moindre
− Puissance plus importante donc peu adapté aux pointes de puisage
− Circulateur plus puissant car pertes de charge plus élevées

EXEMPLE DE PRODUCTION INDIRECTE EN SEMI-INSTANTANÉ OU EN (SEMI-)ACCUMULATION



Source : DGTRE

+ Confort amélioré
+ Encombrement et puissance limités
− Pertes de stockage et de distribution
- Semi-instantané : stockage limité et puissance pour le complément
- Semi-accumulation : stockage pour une période de pointe

TABLE DES MATIÈRES

BESOINS ET EXIGENCES EN RÉSIDENTIEL

MODES DE PRÉPARATION

DIMENSIONNEMENT

- **Préparation instantanée**
- **Préparation en accumulation pure**
- **Préparation mixte semi-instantanée ou en semi-accumulation**

PRÉPARATION INSTANTANÉE

- Volume maximum d'eau à 60°C puisé en 10 minutes

Exemple	Evier	Baignoire	Douche
Débit 60°C	5 l/min	9 l/min	6 l/min
Tps puisage	10 min	10 min	10 min
Vol eau 60°C	50 l	90 l	60 l

- Puissance à prévoir en kW
  - $P = \frac{1{,}16}{1000} \cdot \frac{V_{60,10min}}{\frac{1}{6}} \cdot (60 - 10)$

Exemple	Evier	Baignoire	Douche
Vol eau 60°C	50 l	90 l	60 l
Puissance	17,4 kW	31,3 kW	20,9 kW

- Préparation instantanée ?
  - Oui si un seul puisage simultané (petit logement par ex.) à moins de prévoir une installation pour chaque puisage.

PRÉPARATION INSTANTANÉE

- Si on utilise des points de puisage dont le débit est moindre :

	Evier	Baignoire	Douche
Débit puisage	5 l/min	~~15~~ 10 l/min	~~10~~ 6,6 l/min
T° puisage	60°C	40°C	40°C
Débit 60°C	5 l/min	6 l/min	4 l/min
Tps puisage	10 min	10 min	10 min
Vol eau 60°C	50 l	60 l	40 l
Puissance	17,4 kW	20,9 kW	13,9 kW

  - Evier + douche en simultané ≈ 30 kW
  - Baignoire seule < 25 kW
  - Deux douches en simultané < 30 kW
    - Préparation instantanée adaptée aux débits de puisage optimisés

PRÉPARATION INSTANTANÉE INDIVIDUELLE

Exemples de produits disponibles

Chaudière murale à condensation au gaz
- Chauffage : 5 à 30 kW
- Eau sanitaire : 35 kW

Source : Bulex

Chauffe-bain instantané à tirage forcé
- Chauffage : /
- Eau sanitaire : 8 à 30 kW

Source : Bulex

Chauffe-eau instantané électrique
- Chauffage : /
- Eau sanitaire : 24 à 27 kW

Source : Siemens

PRÉPARATION EN ACCUMULATION PURE

Volume maximum d'eau à 60°C puisé en 24 heures

Exemple 1	Evier	Baignoire	Douche
Débit 60°C	5 l/min	9 l/min	6 l/min
Tps puisage	1*5 min	2*10 min	2*6 min
Vol eau 60°C	25 l	180 l	72 l

- Volume d'eau consommé : 277 l soit 69 l/p

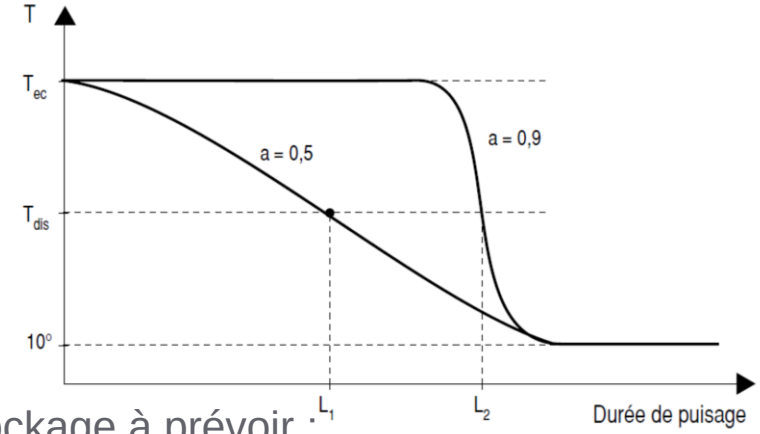
Exemple 2	Evier	Baignoire	Douche
Débit 60°C	5 l/min	9 l/min	6 l/min
Tps puisage	1*5 min	0*10 min	4*6 min
Vol eau 60°C	25 l	0 l	144 l

- Volume d'eau consommé : 169 l soit 42 l/p

PRÉPARATION EN ACCUMULATION PURE

Volume de stockage : $V_{stockage} = \frac{V_{eau\ consommé}}{Efficacité\ du\ stockage}$

- Coefficient d'efficacité du stockage (fonction de la stratification)
  - Bonne stratification : efficacité de 80% à 95%
  - Mélange important : efficacité pouvant descendre à 45%



  - Volume de stockage à prévoir :

Efficacité stock.	Exemple 1	Exemple 2
Bonne → 80%	346 l	211 l
Mauvaise → 50%	554 l	338 l

PRÉPARATION EN ACCUMULATION PURE

- Puissance à prévoir en kW
  - $P = \frac{1{,}16}{1000} \cdot \frac{V_{60,24h}}{6} \cdot (60 - 10)$

Efficacité stock.	Exemple 1	Exemple 2
Vol eau 60°C	277 l	169 l
Puissance	2,7 kW	1,6 kW

- Préparation en accumulation pure ?
  - Oui si consommation relativement faible et si stockage efficace avec une bonne stratification sinon encombrement

PRÉPARATION EN ACCUMULATION PURE INDIVIDUELLE

Exemples de produits disponibles

Chaudière compacte gaz à condensation
- Chauffage : 2 à 19 kW
- Eau sanitaire : 220 l

Source : Viessmann

Boiler électrique pour eau chaude
- Chauffage : /
- Eau sanitaire : 50 à 500 l

Source : Bulex

Chauffe-eau thermodynamique sur l'air extérieur
- Chauffage : /
- Eau sanitaire : 200 ou 250 l

Source : Atlantic

PRÉPARATION MIXTE SEMI-INSTANTANÉE OU EN SEMI-ACCUMULATION

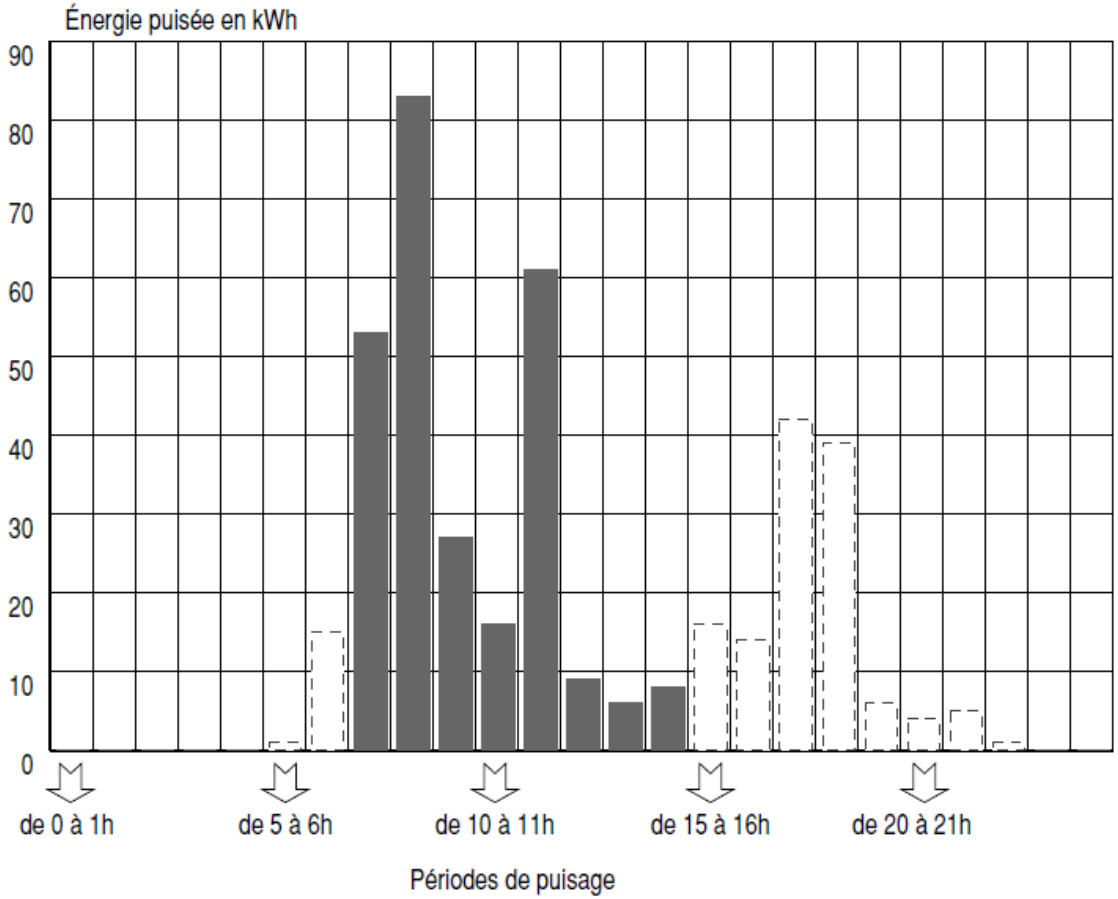
Méthode graphique

- Profils de puisage
  - Pour les immeubles à appartements : méthode du nombre de logements standards (sur base de statistiques)
- Courbe des besoins consécutifs
- Courbe d'égale satisfaction des besoins
  - Combinaisons volume de stockage et puissance

PRÉPARATION MIXTE SEMI-INSTANTANÉE OU EN SEMI-ACCUMULATION

Profils de puisage

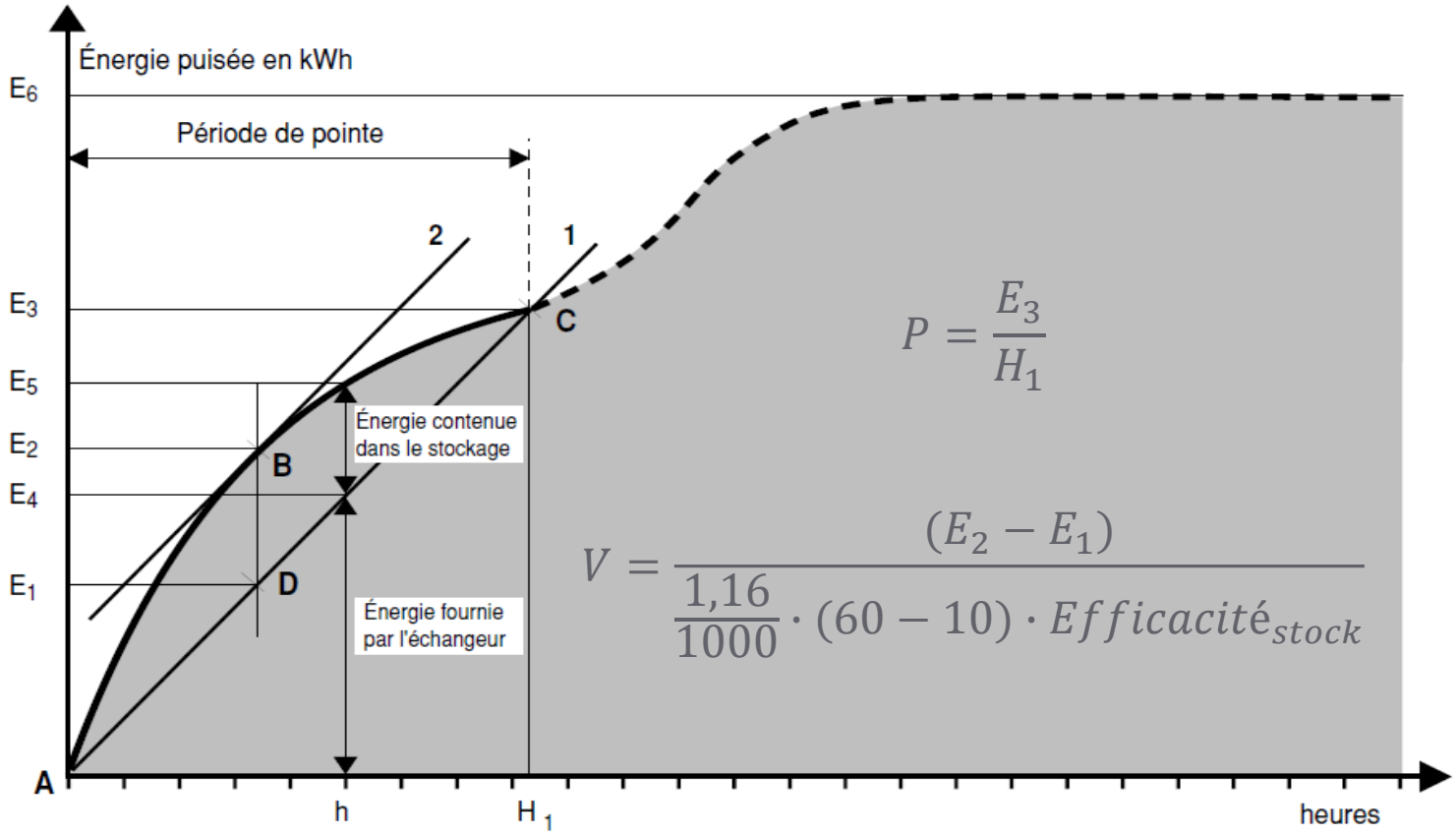
- Mettre en évidence les périodes de pointes



PRÉPARATION MIXTE SEMI-INSTANTANÉE OU EN SEMI-ACCUMULATION

Courbe des besoins consécutifs

- Représente l'énergie maximum puisée en continu pendant un temps donné
- Traduit les besoins les plus contraignants



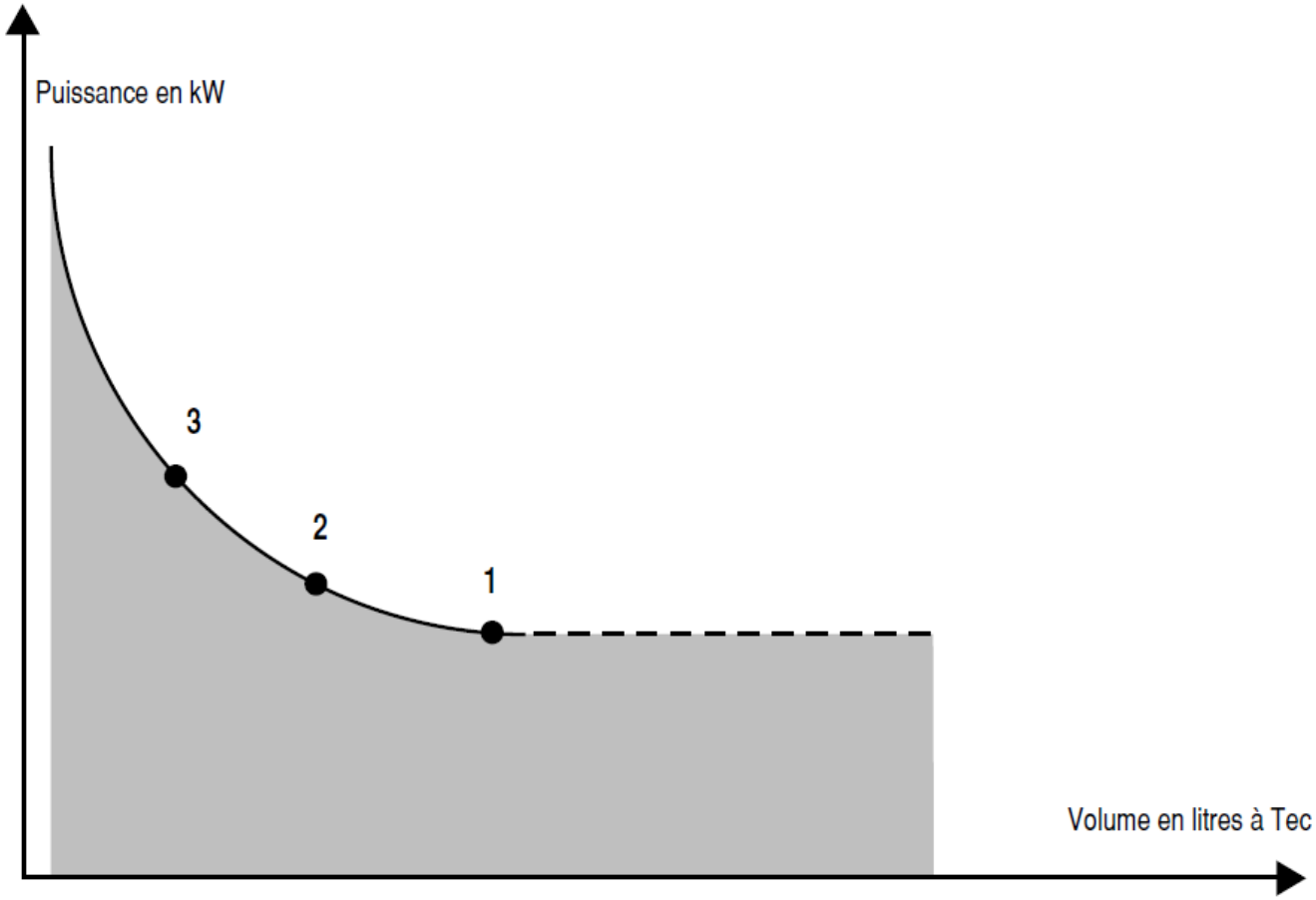
$$P = \frac{E_3}{H_1}$$

$$V = \frac{(E_2 - E_1)}{\frac{1{,}16}{1000} \cdot (60 - 10) \cdot Efficacité_{stock}}$$

PRÉPARATION MIXTE SEMI-INSTANTANÉE OU EN SEMI-ACCUMULATION

Courbe d'égale satisfaction des besoins

- Représente les différentes combinaisons puissance/volume pour un confort identique de puisage



PRÉPARATION MIXTE SEMI-INSTANTANÉE OU EN SEMI-ACCUMULATION

Cas des appartements : Méthode logement standard

- Taille : r = 4
  - Où r = 1 + (#ch >10m²) + 0,5 * (#ch <10m²)
- Nombre moyen d'occupants : 3,5
  - Où

Taille du logement, r	Nombre moy d'occupants
< 2	2
2,5	2,3
3	2,7
3,5	3,1
4	3,5
4,5	3,9
5	4,3
5,5	4,6

- Equipement sanitaire : 1 baignoire ordinaire, 1 lavabo, 1 évier

PRÉPARATION MIXTE SEMI-INSTANTANÉE OU EN SEMI-ACCUMULATION

Equipements sanitaires

Equipement	Energie par puisage
Baignoire ordinaire	5820 Wh
Grande baignoire	8720 Wh
Douche ordinaire	1630 Wh
Douche multijet	4070 Wh
Lavabo	700 Wh
Evier	1160 Wh

- A prendre en considération au minimum :
  - 1 baignoire ordinaire dans la salle de bain principale
  - + 1 surplus si baignoire de grande capacité dans la sdb principale
  - + 0,5 x le nombre de baignoires/douches dans autres salles d'eau (ou 1 x le nombre de lavabos dans les autres locaux si pas de baignoire/douche)

PRÉPARATION MIXTE SEMI-INSTANTANÉE OU EN SEMI-ACCUMULATION

Ex :
20 appart.

» Type A : 12 appartements 1 gd ch + 1 pt ch avec 1 sdb
» Type B : 6 appartements 1 gd ch + 2 pt ch avec 1 sdb et 1 sdd
» Type C : 1 appartements 1 gd ch + 3 pt ch avec 2 sdb
» Type D : 1 logement standard soit 1 gd ch + 4 pt ch OU 2 gd ch + 2 pt ch avec 1 sdb

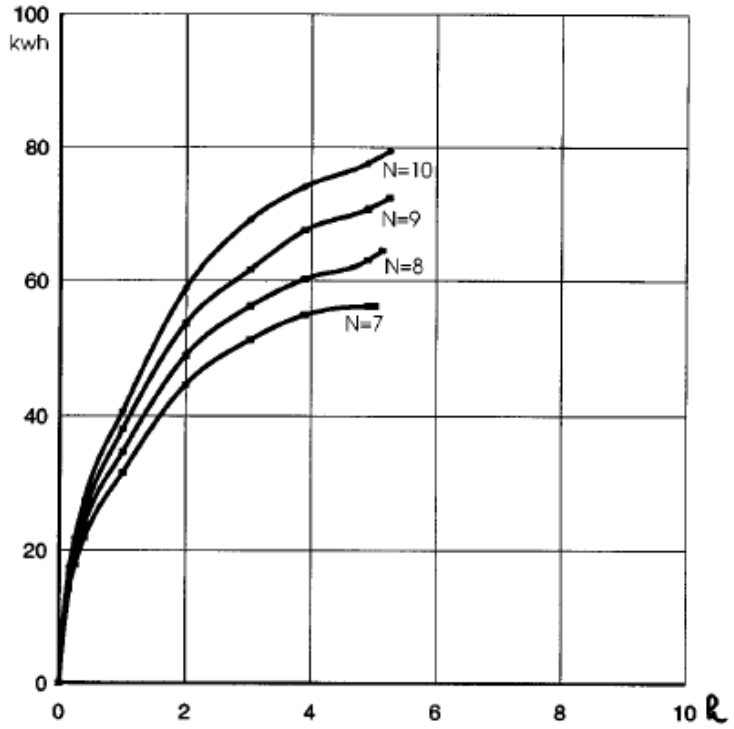
Type	# lgt n	Taille r	#occup p	Local	Equip.	#équip. v	Energ. w	Utilis. f	n.p.v.w.f
A	12	2,5	2,3	SDB	Bain	1	5820	1	160632
				Cuisine	Evier	1	1160	0	
B	6	3	2,7	SDB	Bain	1	5820	1	107487
				SDD	Douche	1	1630	0,5	
				Cuisine	Evier	1	1160	0	
C	1	3,5	3,1	SDB	Bain	1	5820	1	27063
				SDB	Bain	1	5820	0,5	
				Cuisine	Evier	1	1160	0	
D	1	4	3,5	SDB	Bain	1	5820	1	20370
				Cuisine	Evier	1	1160	0	

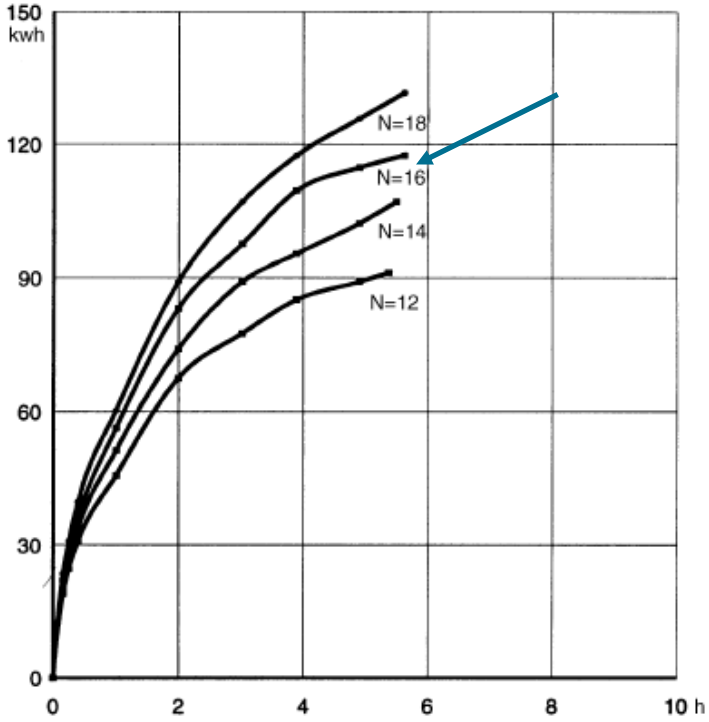
- Nombre de logements standards : $N = \frac{\sum(n \cdot p \cdot v \cdot w \cdot f)}{3{,}5 \cdot 5820} = 15{,}5$

PRÉPARATION MIXTE SEMI-INSTANTANÉE OU EN SEMI-ACCUMULATION

Courbe des besoins consécutifs pour les immeubles à appartements suivant le nombre de logements standards

- Existe pour N = 1 → 300

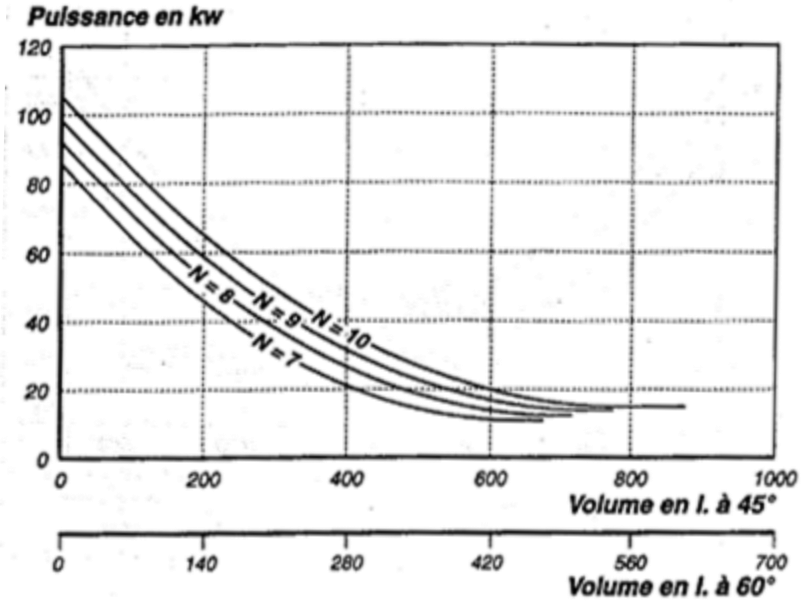


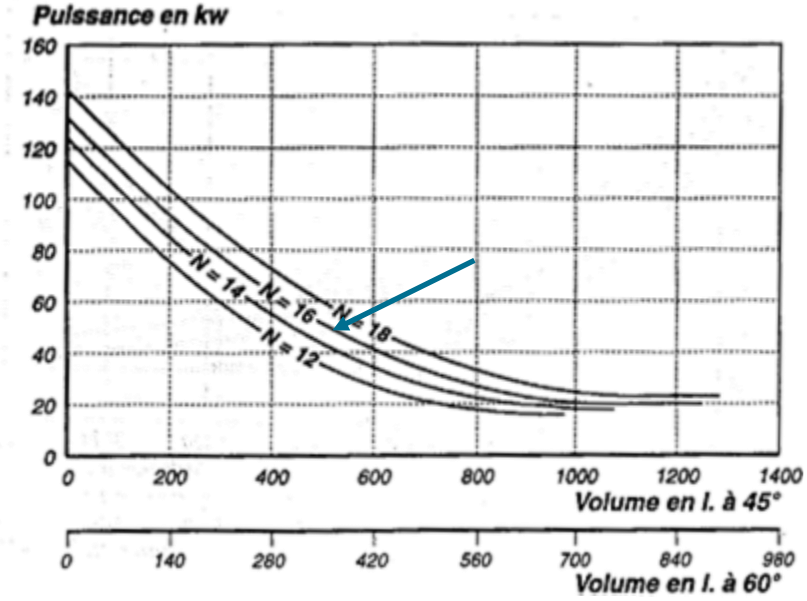


PRÉPARATION MIXTE SEMI-INSTANTANÉE OU EN SEMI-ACCUMULATION

Courbe d'égale satisfaction des besoins pour les immeubles à appartements suivant le nombre de logements standards

- Existe pour N = 1 → 300





PRÉPARATION MIXTE SEMI-INSTANTANÉE OU EN SEMI-ACCUMULATION

Production combinée chauffage et eau chaude sanitaire

- Pas d'addition des deux puissances car priorité ECS
- Prise en compte d'un surplus de puissance

# logements standards N	Supplément de puissance	# logements standards N	Supplément de puissance
1	3,1 kW	12	17,3 kW
2	4,7 kW	14	19,6 kW
3	6,2 kW	16	21,7 kW
4	7,7 kW	18	23,9 kW
5	8,9 kW	20	26,1 kW
6	10,2 kW	22	28,2 kW
7	11,4 kW	24	30,4 kW
8	12,6 kW	26	32,4 kW
9	13,8 kW	28	34,6 kW
10	16,1 kW	30	35,6 kW

PRÉPARATION MIXTE SEMI-INSTANTANÉE OU EN SEMI-ACCUMULATION

Production combinée chauffage et eau chaude sanitaire

Ex :
20 appart.

- **Type A : 12 appartements 1 gd ch + 1 pt ch avec 1 sdb**
- **Type B : 6 appartements 1 gd ch + 2 pt ch avec 1 sdb et 1 sdd**
- **Type C : 1 appartements 1 gd ch + 3 pt ch avec 2 sdb**
- **Type D : 1 logement standard soit 1 gd ch + 4 pt ch OU 2 gd ch + 2 pt ch avec 1 sdb**

- Puissance chauffage uniquement : environ 60 kW (≈1600 m²)
- Surplus de puissance pour la combinaison CH + ECS :
  - N = 16 → 21,7 kW
- Donc si on se limite également à 60 kW pour l'ECS
  - Volume à prévoir : cfr courbe N = 16 → 320 l d'eau à 60°C

- Installation à prévoir :
  - Chaudière de 60 + 21,7 kW ➔ 85 kW
  - Ballon avec bonne stratification de 320 l /80% ➔ 400 litres à 60°C

PRÉPARATION MIXTE SEMI-INSTANTANÉE OU EN SEMI-ACCUMULATION

Choix de la combinaison puissance/volume

- Cout
  - Puissance pour le chauffage vs Puissance pour l'ECS
  - Puissance du supplément si combinaison CH + ECS
  - Puissance vs Volume
- Encombrement
  - Puissance vs Volume
- Technique
  - Puissance échangeur ECS > 30% de la puissance chaudière sinon des cycles de fonctionnement du brûleur trop courts et donc rendement plus faible
- Pertes énergétiques

Guide au dimensionnement des appareils de production d'eau chaude sanitaire

- www.energieplus-lesite.be/fileadmin/resources/04_technique/07_eau_chaude_sanitaire/08_calculs/DIm_Appareils_de_produc.pdf
- Réalisé par l'Institut Wallon (ICEDD) et édité par la DGTRE (DGO 4 et 6)

DIN 4708-2

- Zentrale Wassererwärmungsanlagen - Regeln zur Ermittlung des Wärmebedarfs zur Erwärmung von Trinkwasser in Wohngebäuden
- Installations centrales de chauffage d'eau - règles de détermination des besoins en chaleur pour le chauffage d'eau potable dans les habitations

Energie+

- www.energieplus-lesite.be
- Réalisé par la cellule de recherche *Architecture et Climat, Faculté d'architecture, d'ingénierie architecturale, d'urbanisme (LOCI), Université catholique de Louvain (Belgique), avec le soutien de la Wallonie - DGO4*

OUTILS

Guide Bâtiment Durable

www.guidebatimentdurable.brussels

Thème ENERGIE

Dossier I Optimiser la production et le stockage pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire

Dossier I Garantir l'efficience des installations de chauffage et ECS (distribution et émission)

Thème EAU

Dossier I Faire un usage rationnel de l'eau

CE QU'IL FAUT RETENIR DE L'EXPOSÉ

- Préparation instantanée possible pour les faibles puissances
  - Production individuelle
  - Puisage unique
  - Puisage loin de la production d'énergie pour le chauffage
- Préparation en accumulation pure possible pour les faibles volumes
  - Consommation limitée
  - Stockage efficace avec une bonne stratification
- Préparation mixte semi-instantanée ou en semi-accumulation pour les autres cas
  - Production collective ou individuelle
  - Pour le résidentiel groupé : abaques fct(# lgts standards)

CONTACT

Thomas LECLERCQ

Consultant énergie / développement durable

Coordonnées

☎ : +32.478.21.30.42

E-mail : tl@interfacesolutions.be

https://www.linkedin.com/in/leclercq-thomas/

?

MERCI POUR VOTRE ATTENTION