

# Mesurer avant de dimensionner

Consommations d'ECS et pertes de bouclage sanitaire  
en amont d'une étude ou d'un audit solaire thermique

---

Retours d'expérience & métrologie non intrusive



# Sommaire

1

## Contexte

le besoin d'ECS, donnée pivot du solaire ; le bouclage et le cadre sanitaire

2

## Données disponibles

ratios de besoins et études publiques sur les pertes de bouclage

3

## Retours d'expérience OPT'HELIOS

audits et campagnes de mesure : ce que les chiffres ont révélé

4

## Méthode

pourquoi mesurer, hiérarchie des sources, protocole de campagne

5

## Métrologie non intrusive

solutions, règles d'implantation, contraintes et vigilance

### Le fil conducteur

Une installation solaire se dimensionne sur le **puisage réel**, en **été**, et **hors bouclage**.

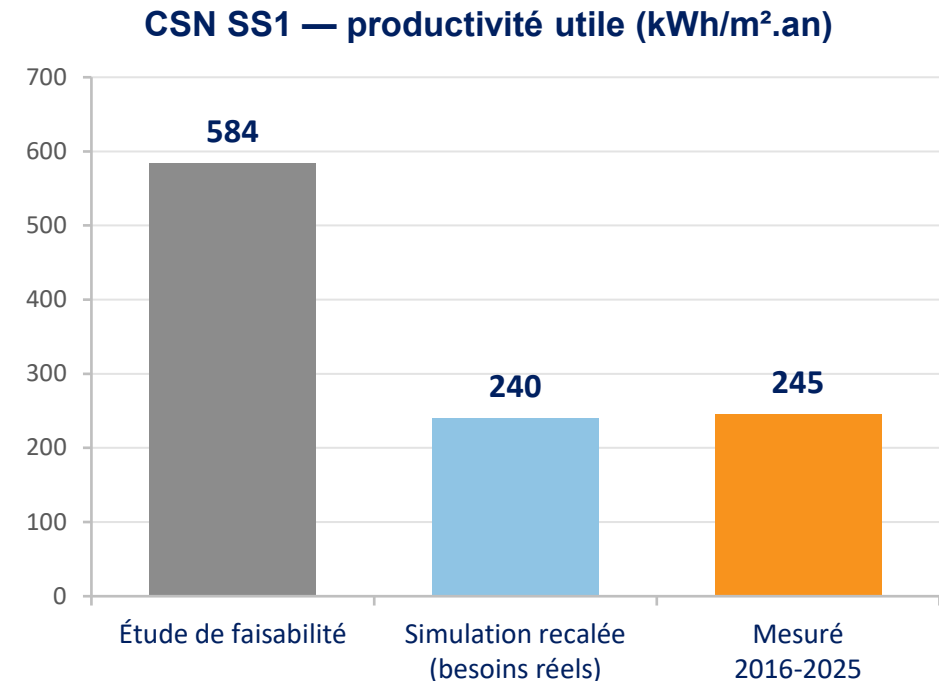
Trois grandeurs qu'aucun ratio ne connaît à la place du site : dès qu'on peut les mesurer, on les mesure.



# Le besoin en ECS, donnée pivot du solaire thermique

## 1 · Contexte

- **Le capteur ne produit que ce que le soutirage lui permet d'évacuer** : en été, sans puisage, il stagne.
- **Surestimer le besoin** : champ surdimensionné, stagnations, fluide dégradé, surcoût d'investissement et de maintenance.
- **Sous-estimer** : gisement partiellement perdu, mais installation saine. D'où des ratios de dimensionnement volontairement prudents (SOCOL).
- **Le bouclage brouille la lecture** : il consomme en continu, fausse les compteurs mal placés et ne se valorise pas n'importe comment en solaire.



**-58 %** de productivité : besoin surestimé × 3 à 4

Source : pré-rapport d'audit OPT'HELIOS, Cité sanitaire nazairienne SS1 (09/2026) — étude d'origine, simulation Alliance Soleil 2016, compteur 2016-2025



# Bouclage sanitaire : un poste imposé par la réglementation

## 1 · Contexte réglementaire

| Texte                                        | Exigence clé pour le bouclage                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Arrêté du 23/06/1978 modifié (30/11/2005)    | Maintien en température dès que le volume production → point de puisage le plus éloigné dépasse 3 L ; $\geq 50\text{ °C}$ en tout point du bouclage ; production à $55\text{ °C}$ minimum ( $60\text{ °C}$ recommandé) |
| Arrêté du 01/02/2010 (ERP)                   | Températures en sortie de production et au retour de chaque boucle : 1 fois/jour ou en continu en établissement de santé, 1 fois/mois dans les autres ERP ; légionelles 1 fois/an, dont retour général                 |
| Circulaires DGS 2002 (santé) et 2005 (EHPAD) | Conception, maintenance et surveillance des réseaux d'ECS                                                                                                                                                              |
| NF DTU 60.11 P1-2                            | Antenne $\leq 8\text{ m}$ entre boucle et point de puisage (habitation, bureaux) ; dimensionnement des retours                                                                                                         |
| Isolation                                    | RT existant : classe 1 minimum — CEE : classe 4 en tertiaire, housses sur singularités en chaufferie                                                                                                                   |

### Températures à tenir

$\geq 55\text{ °C}$   
Production —  $60\text{ °C}$  conseillé

$\geq 50\text{ °C}$   
Tout point du bouclage — 24 h/24

$< 25\text{ °C}$   
Eau froide — vigilance réchauffage

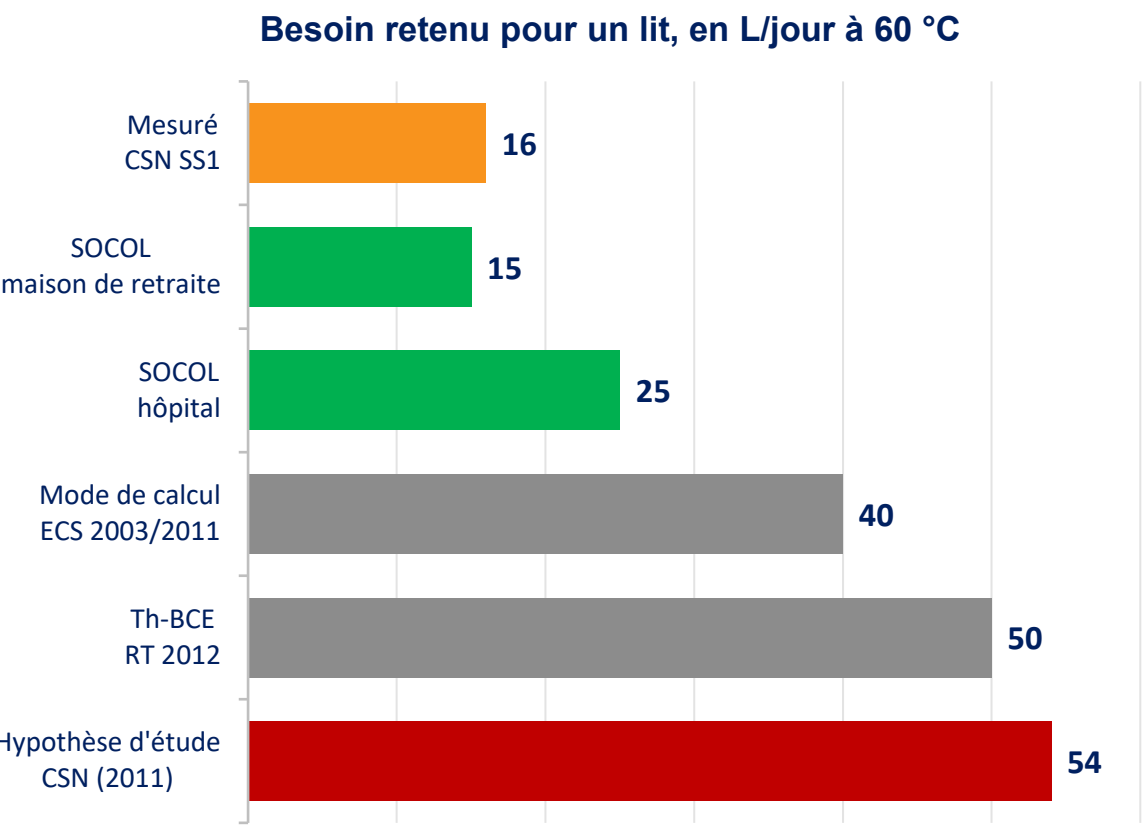
**Conséquence :** les pertes de bouclage sont permanentes (24 h/24, 365 j/an) et ne se réduisent pas en baissant la température. Seuls l'architecture, le calorifuge et l'équilibrage agissent.

Sources : arrêté du 23/06/1978 modifié par l'arrêté du 30/11/2005 ; arrêté du 01/02/2010 ; COSTIC / ADEME / GRDF / EDF, « La conception des réseaux bouclés d'ECS », février 2021



# Ratios de besoins : un facteur 1 à 4 selon la source

## 2 · Données disponibles — besoins en ECS



| Usage (ratios SOCOL, 60 °C) | Ratio               |
|-----------------------------|---------------------|
| Logement                    | 30 L / pers.jour    |
| Maison de retraite / EHPAD  | 15 L / lit.jour     |
| Hôpital                     | 25 L / lit.jour     |
| Restauration                | 3 L / couvert       |
| Camping                     | 12 L / pers.jour    |
| Hôtellerie                  | 30 à 80 L / chambre |

**65 EHPAD suivis par le COSTIC** : de 10 à 95 L/lit.jour à 40 °C, selon la présence d'une cuisine et d'une lingerie raccordées à l'ECS.

*Un ratio ne remplace pas la connaissance des usages du site.*

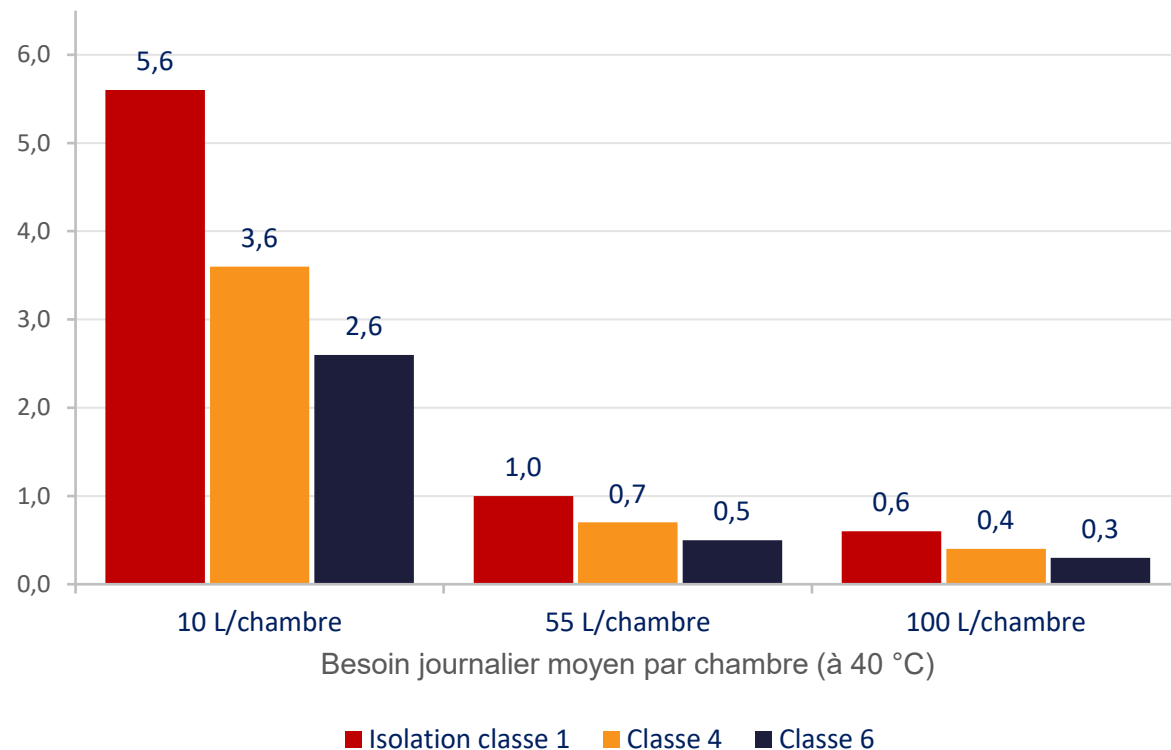
Sources : SOCOL, fiche « Ratios des besoins en ECS » (juin 2014) ; Cegibat / COSTIC, besoins d'ECS en établissements de santé ; audit OPT'HELIOS CSN SS1 (2026)



# Pertes de bouclage : de 1/3 à 6 fois le besoin d'ECS

## 2 · Données disponibles — bouclage sanitaire

EHPAD 90 lits — pertes de bouclage / besoin d'ECS



**65 % → 85 %**

du besoin : même EHPAD, distribution en colonnes puis horizontale (classe 4)

**30 à 50 %**

des consommations d'ECS en logement collectif, davantage en rénovation

**≈ 95 W**

pour une vanne à brides DN 50 nue : l'équivalent de 10 m de tube isolé classe 4 ; -90 % avec une housse

**Plus le puisage est faible, plus le bouclage pèse** : c'est justement le profil des sites où le solaire est déjà surdimensionné.

Sources : COSTIC / ADEME / GRDF / EDF, « La conception des réseaux bouclés d'ECS » (2021), fig. 16, 17 et 35 ; USH, Panorama des PAC en immeubles collectifs (déc. 2025)



# Ce que nos audits, études et campagnes ont révélé

## 3 · Retours d'expérience OPT'HELIOS

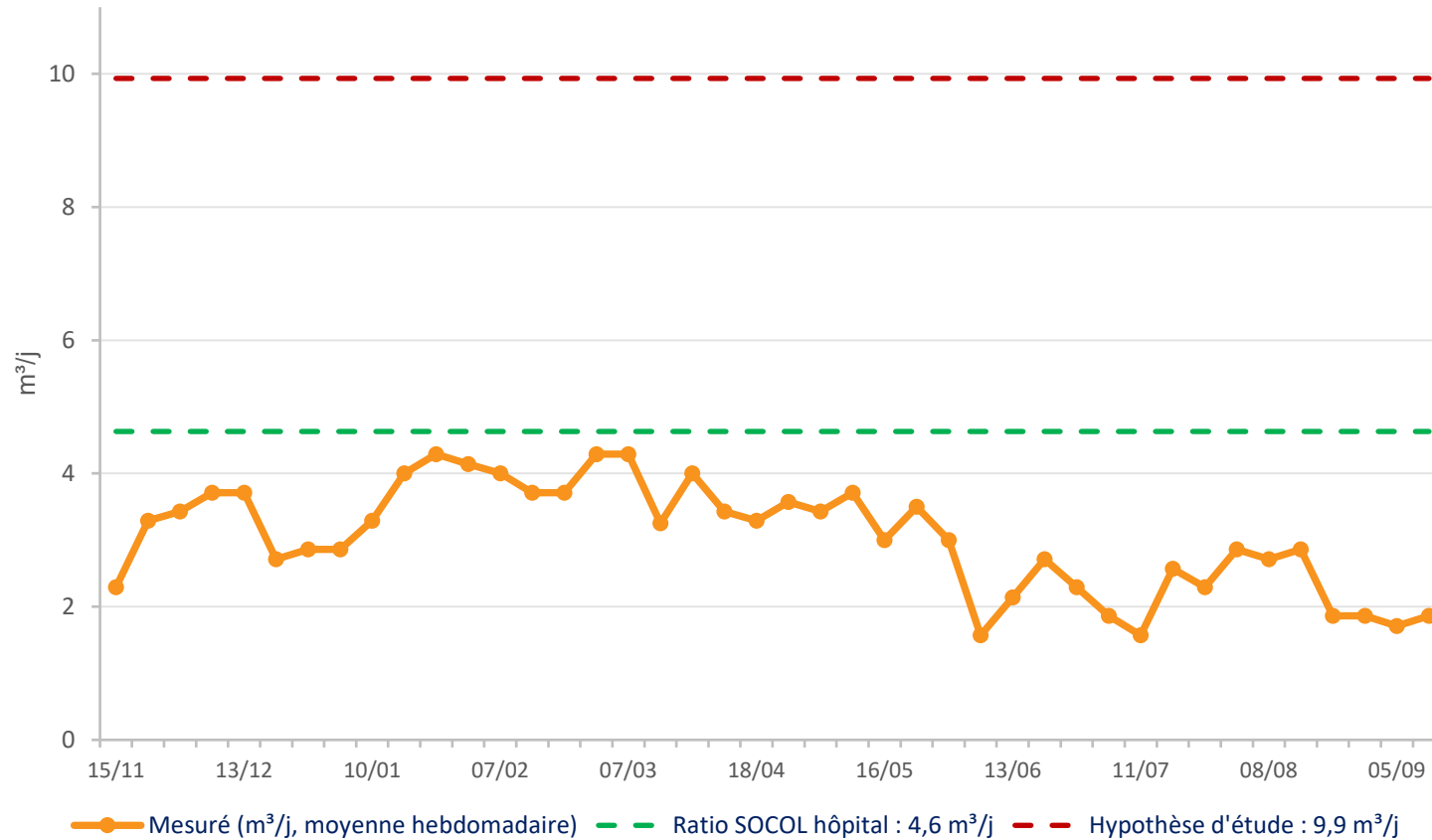
| Site                                                                      | Donnée disponible avant intervention                                                       | Constat mesuré                                                                | Enseignement                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| CSN SS1 — clinique, 185 lits                                              | Hypothèse d'étude : 60 L/lit.j à 55 °C, soit 9,9 m³/j à 60 °C                              | 2,7 à 3,1 m³/j, soit 15 à 17 L/lit.j ; 245 kWh/m².an pour 584 annoncés        | <b>Besoin surestimé × 3 à 4</b> : première cause de l'écart de performance             |
| EHPAD Louis Cubaynes — Piriac-sur-Mer, 82 chambres (étude de faisabilité) | Hypothèse de conception : 43 L/lit.j à 55 °C (3,5 m³/j) ; pertes de distribution 38 MWh/an | 1,73 m³/j (14,3 L/résident.j hors cuisine et lingerie) ; bouclage 71,6 MWh/an | <b>Puisage ÷ 2, bouclage × 2</b> : stockage ramené de 2 500 à 1 500 L                  |
| Résidence L'Amandier — Chantepie, 61 logements                            | Compteur « ballon ECS » supposé mesurer la production                                      | 2,6 m³/h en continu pour 0,9 m³/h réellement puisés                           | <b>Le compteur intègre le débit de bouclage</b> : index inexploitable                  |
| EHPAD Les 3 Clochers — Gétigné                                            | Calorimètre ECS : 374,7 MWh et 44 440 m³ cumulés                                           | Le calorimètre comptabilise en permanence le bouclage                         | <b>Campagne de 20 jours</b> pour séparer puisage et pertes de boucle                   |
| Résidence Hôtelière du Rail — Bordeaux, 107 chambres (audit)              | Compteur d'alimentation du ballon d'appoint, traversé par tout le retour de bouclage       | Puisage 22,7 L/chambre.j à 55 °C ; bouclage ≈ 17 L/min en continu, ≈ 8,9 kW   | <b>Pertes de bouclage ≈ 2 fois le besoin ECS</b> : absentes de la simulation d'origine |
| Camping Mon Calme — Piriac-sur-Mer, 41 emplacements (étude)               | Pas de compteur ECS ; débit permanent sur l'eau froide du préparateur                      | Clapet anti-retour monté à l'envers ; puisage réel 16,2 L/nuitée à 60 °C      | <b>Besoin apparent × 3 avant correction</b> : la mesure a détecté le défaut            |
| Hôtel B&B — Auray, 46 chambres (étude de faisabilité)                     | Ratio SOCOL hôtel 1-2 étoiles : 45 L/chambre.j à 60 °C                                     | 69,3 L/nuitée à 60 °C ; départ ECS à 71 °C ; bouclage arrêté plus de 16 h/j   | <b>Ratio consolidé par 3 ans de fréquentation</b> ; défauts sanitaires révélés         |

Sources : audits OPT'HELIOS CSN SS1 (2026), étude EHPAD Louis Cubaynes (2025), Résidence L'Amandier à Chantepie (06/2026), EHPAD Les 3 Clochers à Gétigné (08-09/2026), Hôtel B&B d'Auray (2025), RHR Bordeaux (2025), camping Mon Calme (2024)



# CSN SS1 : un besoin mesuré 3 fois inférieur à l'hypothèse

## 3 · Cas — Cité sanitaire nazairienne, sous-station 1



**× 3 à 4**

besoin surestimé par rapport à l'hypothèse d'étude

**3,6 → 2,3**

m³/j de l'hiver à l'été : le creux coïncide avec le pic solaire

**≈ 178 MWh/an**

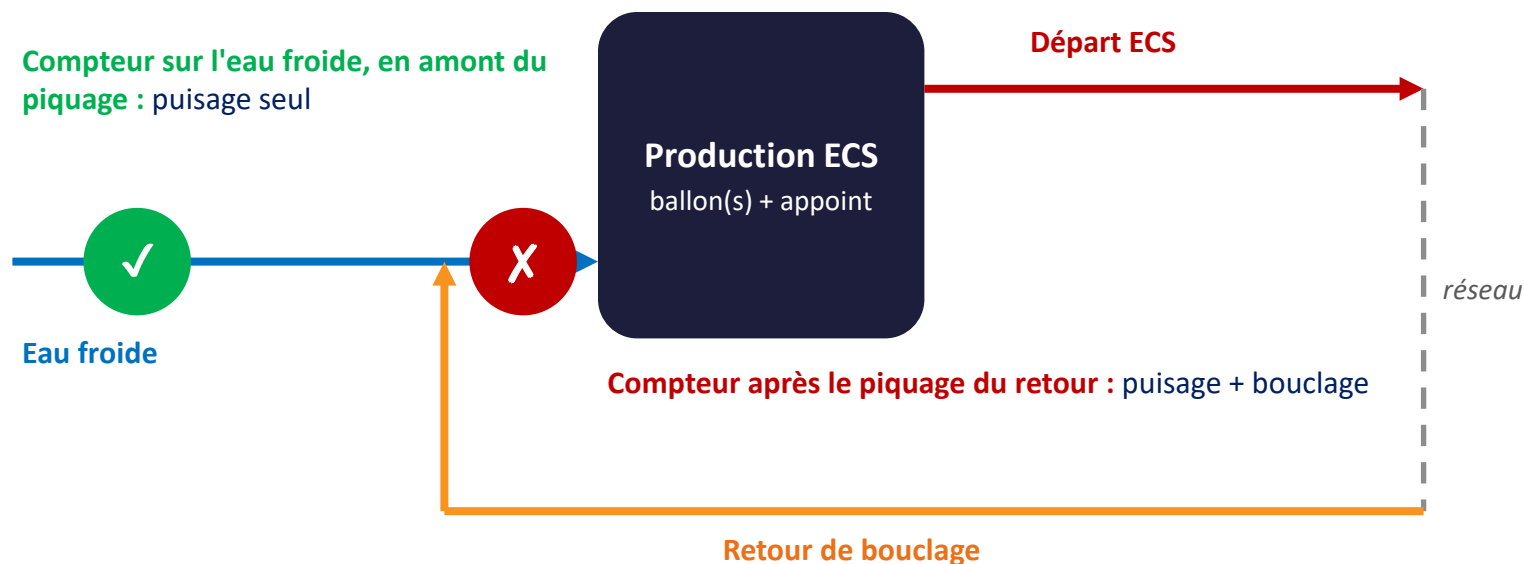
de pertes de bouclage mesurées : 75 à 82 % de l'énergie ECS

Source : cahier de rondes (index hebdomadaire du compteur d'eau froide Zenner DN 65, 11/2025 → 09/2026), pré-rapport d'audit OPT'HELIOS. Semaine du 21/03/2026 (purge du réseau, 6,0 m³/j) écartée.



# Compteurs existants : que mesurent-ils vraiment ?

## 3 · Cas — Chantepie et Gétigné



### Chantepie

**2,6 m<sup>3</sup>/h** au compteur

**0,9 m<sup>3</sup>/h** réellement puisés

→ 1,7 m<sup>3</sup>/h de bouclage comptés en continu

### Gétigné

Calorimètre ECS traversé en permanence par le bouclage : énergie et volume « ECS » inexploitable en l'état.

**Avant d'exploiter un index :** relever le schéma, repérer le piquage du retour de bouclage et contrôler l'index pompe de bouclage en marche, sans puisage.

Sources : rapport d'audit OPT'HELIOS Résidence L'Amandier, Chantepie (relevés d'index du 09/06/2026) ; audit OPT'HELIOS EHPAD Les 3 Clochers, Gétigné (08/2026)



# CSN : le compteur d'eau froide ne voit que deux tiers du puisage

## 3 · Cas — Cité sanitaire nazairienne, sous-station 1 : sous-comptage du compteur existant



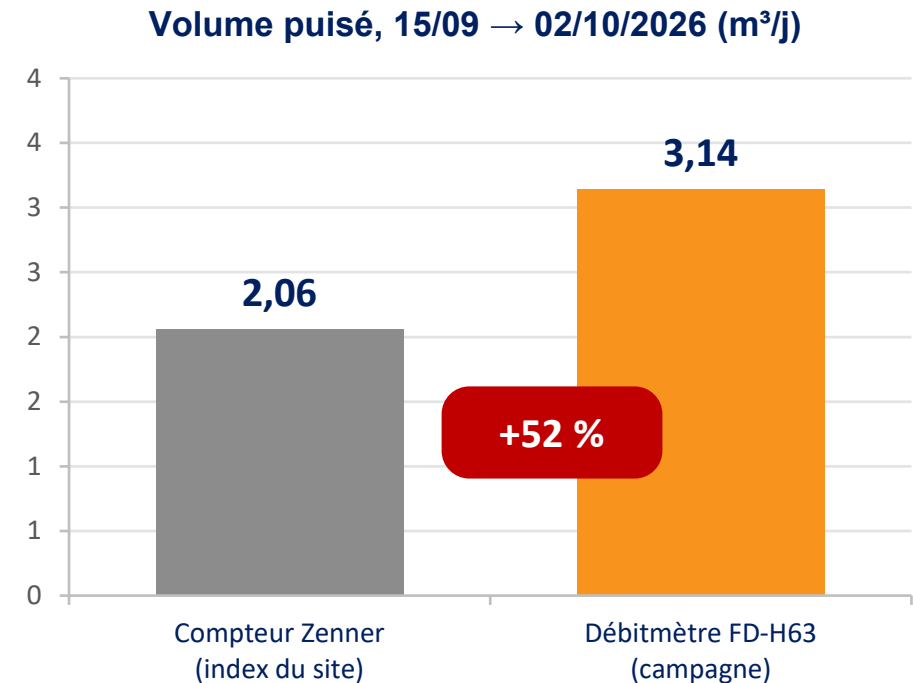
**Compteur Zenner DN 65**

18 955 m³ au 02/10 : 35 m³ en 17 jours



**Débitmètre Keyence FD-H63, même conduite**

53 388 L totalisés sur la même période



**Constat :** 35 m³ comptés contre 53,4 m³ mesurés sur la même conduite : le compteur du site n'enregistre qu'environ 65 % du volume réellement puisé.

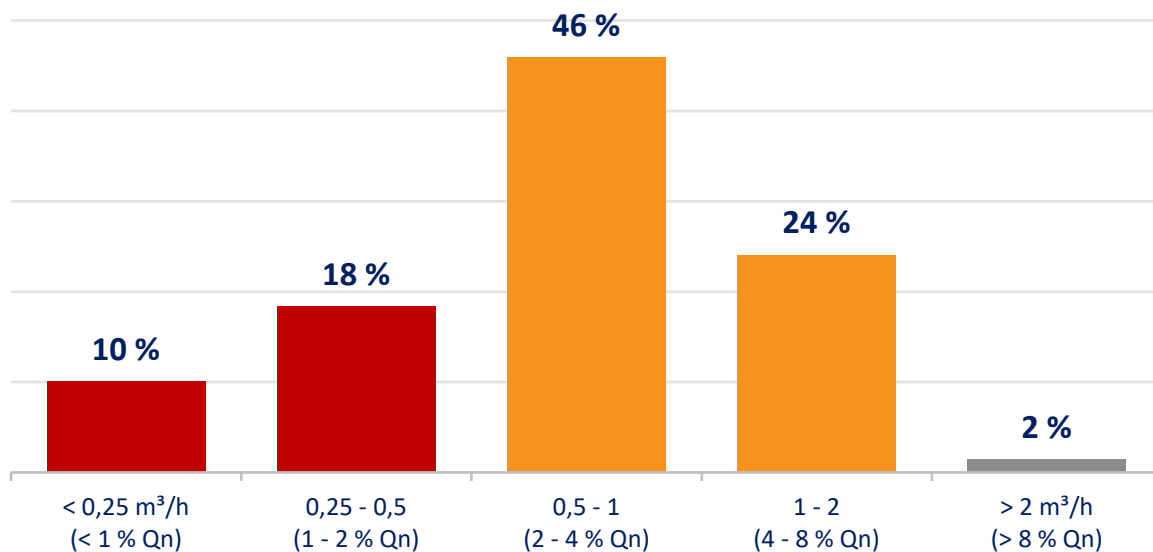
Sources : pré-rapport d'audit OPT'HELIOS CSN SS1, ind. 0 (10/2026) ; photos OPT'HELIOS à la dépose du 02/10/2026 ; campagne Keyence FD-H63 du 15/09 au 02/10/2026



# CSN : un compteur Woltmann trop gros pour les débits réels

## 3 · Cas — Cité sanitaire nazairienne, sous-station 1 : pourquoi le compteur sous-compte

Part du volume puisé par classe de débit (compteur Qn 25 m³/h)



1

### Sous-comptage aux faibles débits

Woltmann DN 65, Qn 25 m³/h : 98 % du volume passe sous 8 % du calibre. Explication la plus probable.

2

### Débitmètre en bas d'échelle

FD-H63 sous 10 % de sa pleine échelle :  $\pm 3$  % non garantis par Keyence.

3

### Contournement du compteur

By-pass du module anticalcaire créé en 11/2025, position à vérifier.

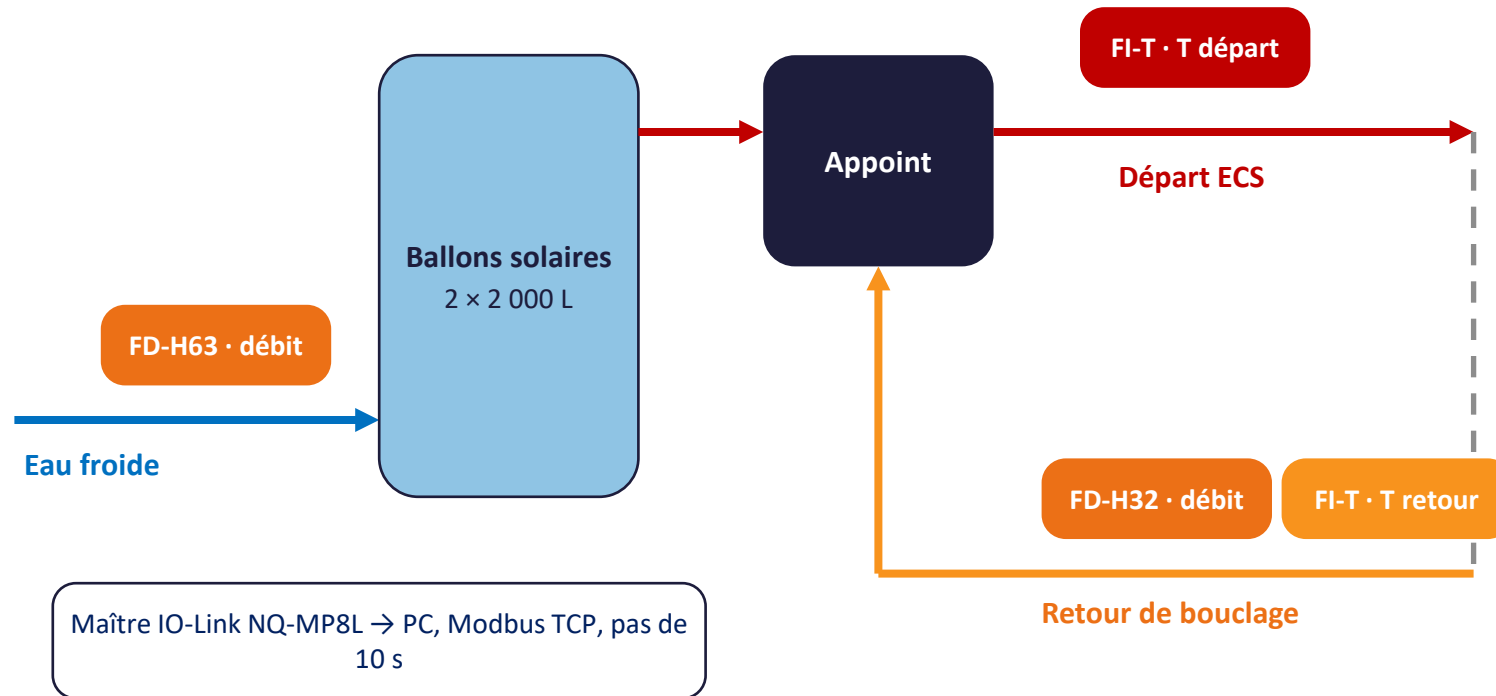
**Il conviendrait de** vérifier le comptage par un essai sur volume connu, puis de remplacer le compteur par un DN 32 à DN 40 : sans comptage juste, aucun suivi énergétique fiable.

Sources : campagne Keyence FD-H63, pas de 10 s, 16/09 au 01/10/2026 (16 jours pleins, 50,6 m³ puisés) ; pré-rapport d'audit OPT'HELIOS CSN SS1, ind. 0 ; calibre du compteur relevé sur site



# Gétigné : une campagne pour séparer puisage et bouclage

## 3 · Cas — EHPAD Les 3 Clochers, Gétigné



### La campagne

- **20 jours** : du 25/08 au 14/09/2026
- **Puisage** : profil horaire, jour type, ratio par lit ramené à 60 °C
- **Bouclage** : débit,  $\Delta T$  départ/retour, pertes en kW et MWh/an
- **Finalité** : chiffrer la valorisation de l'excédent solaire sur le retour de bouclage
- **Contexte** : calorimètre ECS pollué par le bouclage, débitmètre de charge solaire hors service

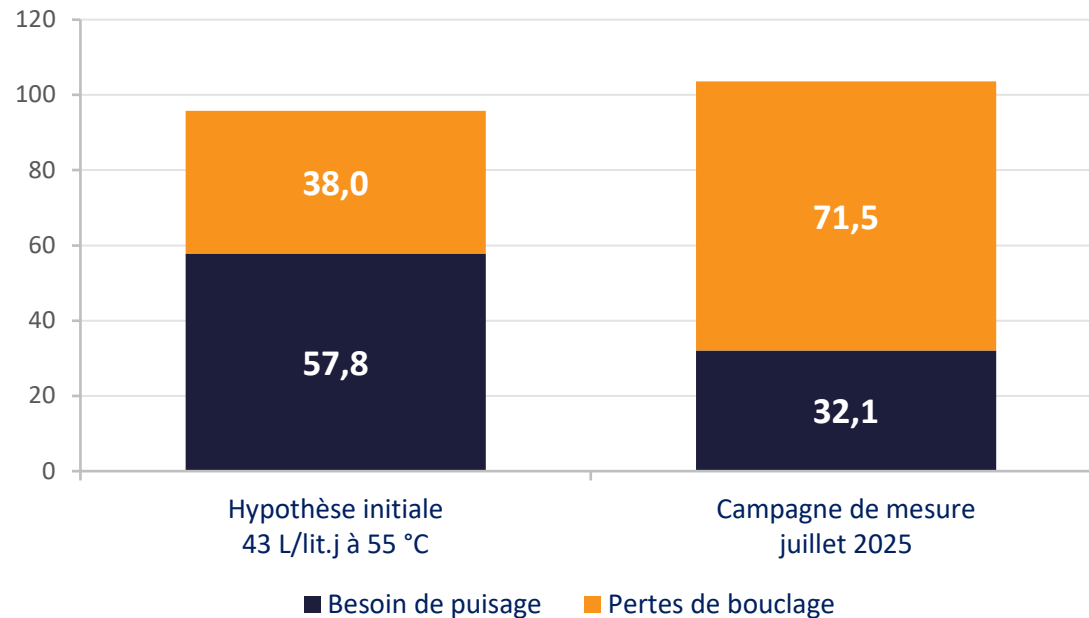
Source : audit OPT'HELIOS EHPAD Les 3 Clochers (devis DEV2605-19) — campagne Keyence du 25/08 au 14/09/2026, relevé de pose



# Louis Cubaynes : la mesure a inversé le diagnostic

## 3 · Cas — EHPAD Louis Cubaynes, Piriac-sur-Mer (étude de faisabilité 2025)

Besoin annuel à couvrir (MWh/an)



**1 731 L/j**

mesurés pour 3 530 L/j supposés ; 14,3 L/résident.j hors cuisine et lingerie, proche du ratio SOCOL

**71,6 MWh/an**

de pertes de bouclage : 2 fois le puisage, les 2/3 de l'énergie ECS

**≈ 170 kWh/m<sup>3</sup>**

puisé, au-delà du seuil ADEME de 130 kWh/m<sup>3</sup> : traiter la distribution en priorité

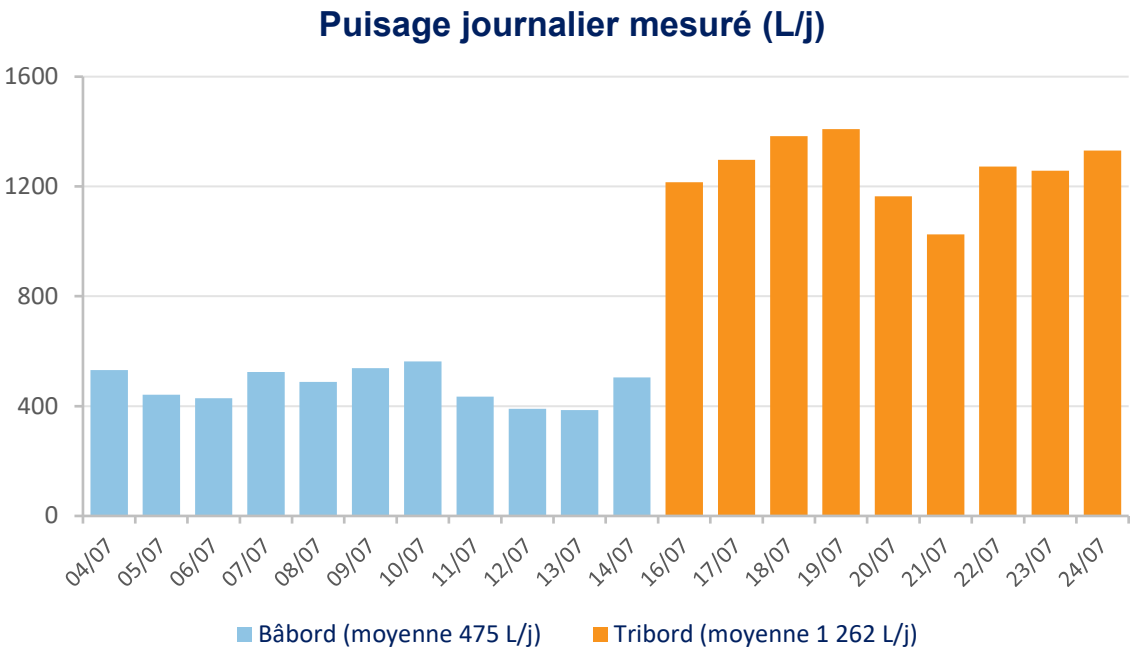
**Effet sur le dimensionnement :** stockage ramené de 2 500 à 1 500 L, PAC solaire 14 kW et 47 m<sup>2</sup> conservés ; couverture 62,4 % au lieu de 69,1 %, car la PAC est moins performante sur le maintien en température que sur l'eau froide.

Sources : étude de faisabilité OPT'HELIOS, EHPAD Louis Cubaynes (CISN Résidences Locatives, 2025) ; simulations Heliopac sur hypothèses initiales et sur besoins mesurés



# Louis Cubaynes : deux sous-stations mesurées tour à tour

## 3 · Cas — EHPAD Louis Cubaynes, campagne Keyence juillet 2025



|                                                                                                                 | Bâbord                 | Tribord               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------|
| Période exploitée                                                                                               | 04 → 14/07             | 16 → 24/07            |
| Puisage moyen                                                                                                   | 475 L/j                | 1 262 L/j             |
| Débit de bouclage                                                                                               | ≈ 570 L/h              | ≈ 1 000 L/h           |
| T départ / retour                                                                                               | 60,2 / 55,1 °C         | 54,4 / 49,9 °C        |
| Pertes de bouclage                                                                                              | 81 kWh/j · 29,6 MWh/an | 115 kWh/j · 42 MWh/an |
| Tribord : retour moyen à 49,9 °C, avec des écarts jusqu'à 13,2 °C : passages sous le seuil de 50 °C à corriger. |                        |                       |

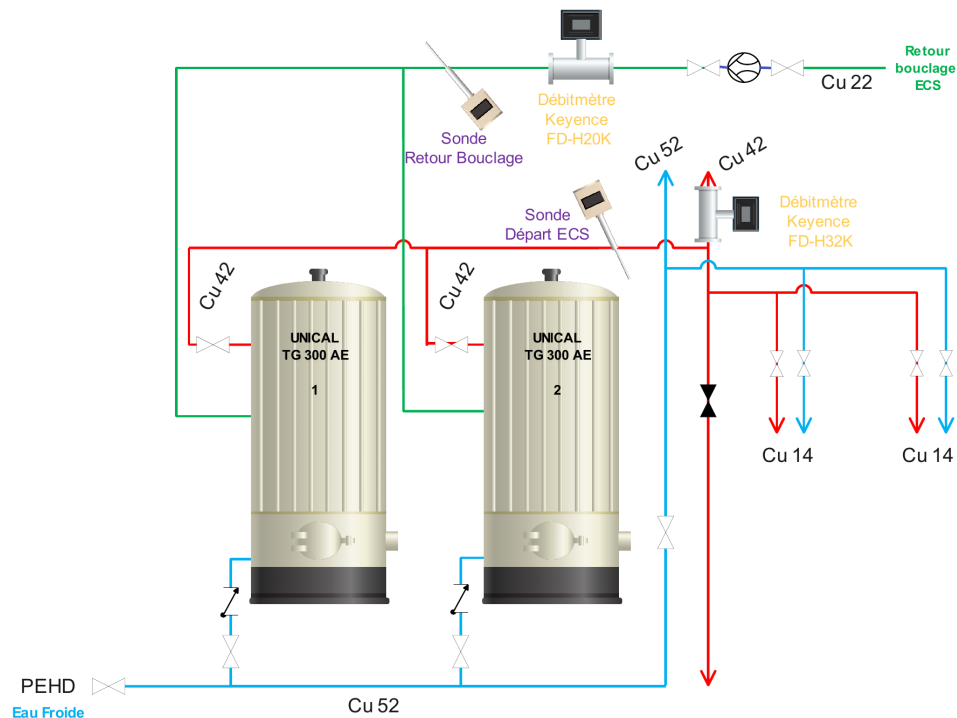
**Répartition du puisage (1 731 L/j à 60 °C) :** soins et toilettes 1 175 L · lingerie 310 L · restauration 246 L — la laveuse de cuisine, alimentée en eau froide, ne pèse pas sur l'ECS.

Source : étude de faisabilité OPT'HELIOS, EHPAD Louis Cubaynes (2025) — journées pleines de 24 h, pas d'acquisition de 10 s (≈ 75 000 points par sous-station)



# B&B Auray : la mesure révèle d'abord des dysfonctionnements

## 3 · Cas — Hôtel B&B, Auray (étude de faisabilité 2025)



1

**Départ ECS à 71 °C en moyenne, 83,5 °C en pointe**  
préparateur n°2 déréglé ; 69 °C mesurés au robinet : risque de brûlure

2

**Bouclage arrêté plus de 16 h par jour**  
2 plages horaires programmées : non conforme à l'arrêté de 1978 modifié

3

**Retour de bouclage à 41,4 °C en moyenne**  
écart de 17,5 K en régime établi : réseau très déperditif

4

**21,9 MWh/an de pertes en l'état**  
61,2 MWh/an une fois le bouclage remis en conformité 24 h/24, soit 1,4 fois le besoin ECS

**Enseignement :** la campagne est aussi un diagnostic sanitaire et réglementaire. Remettre le bouclage en conformité multiplie ses pertes par 2,8 : il faut le calorifuger avant de dimensionner le solaire.

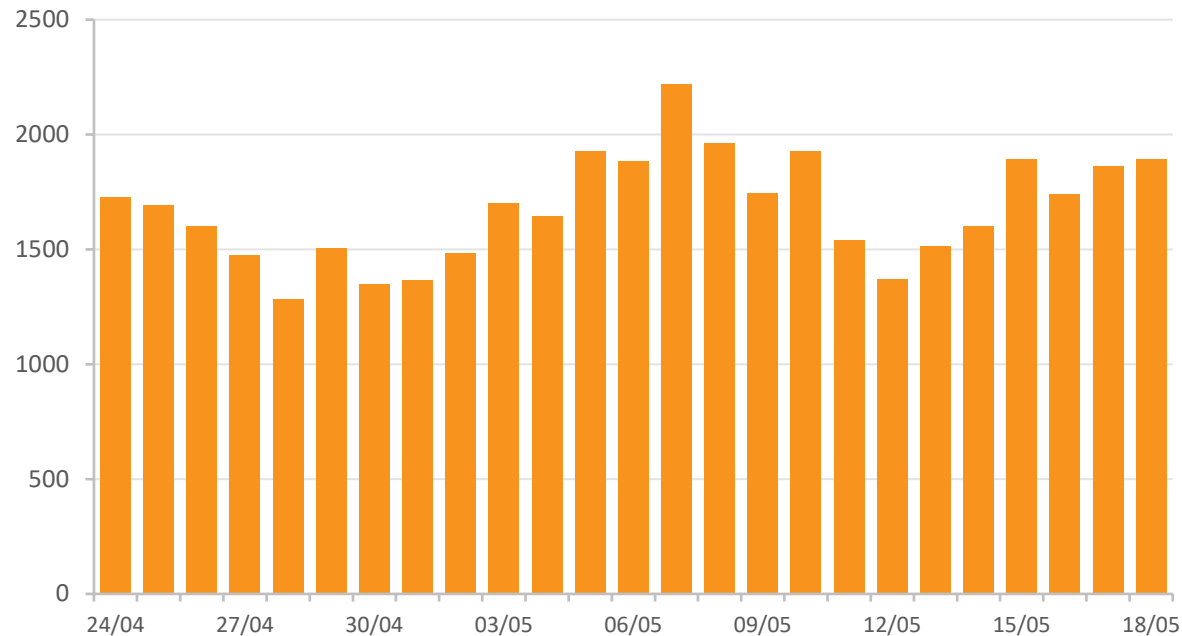
Sources : étude de faisabilité OPT'HELIOS, Hôtel B&B d'Auray, version amendée du 18/11/2025 ; campagne Keyence du 19/04 au 23/05/2025 (FD-H32K puisage, FD-H20K bouclage, 2 sondes de surface)



## B&B Auray : un ratio au-dessus de SOCOL, puis consolidé

### 3 · Cas — Hôtel B&B, Auray : besoin en ECS

Puisage journalier mesuré (L/j, moyenne 1 675 L/j)



**69,3 L**

par nuitée à 60 °C, contre 45 L pour SOCOL :  
5 chambres familiales, débits de 7 L/min

**790 m³/an**

recalculés sur 3 ans de fréquentation par  
type de chambre, contre 788 m³ mesurés :  
besoin confirmé

**43 MWh/an**

de besoin ECS face à 61 MWh/an de pertes  
de bouclage une fois celui-ci remis en  
conformité

**Solution retenue :** chauffe-eau solaire collectif de 34 m² et 1 500 L, 21,5 MWh/an, 641 kWh/m².an, 50 % de couverture. Le soutien au bouclage n'ajoute pas de production : la priorité reste le calorifuge.

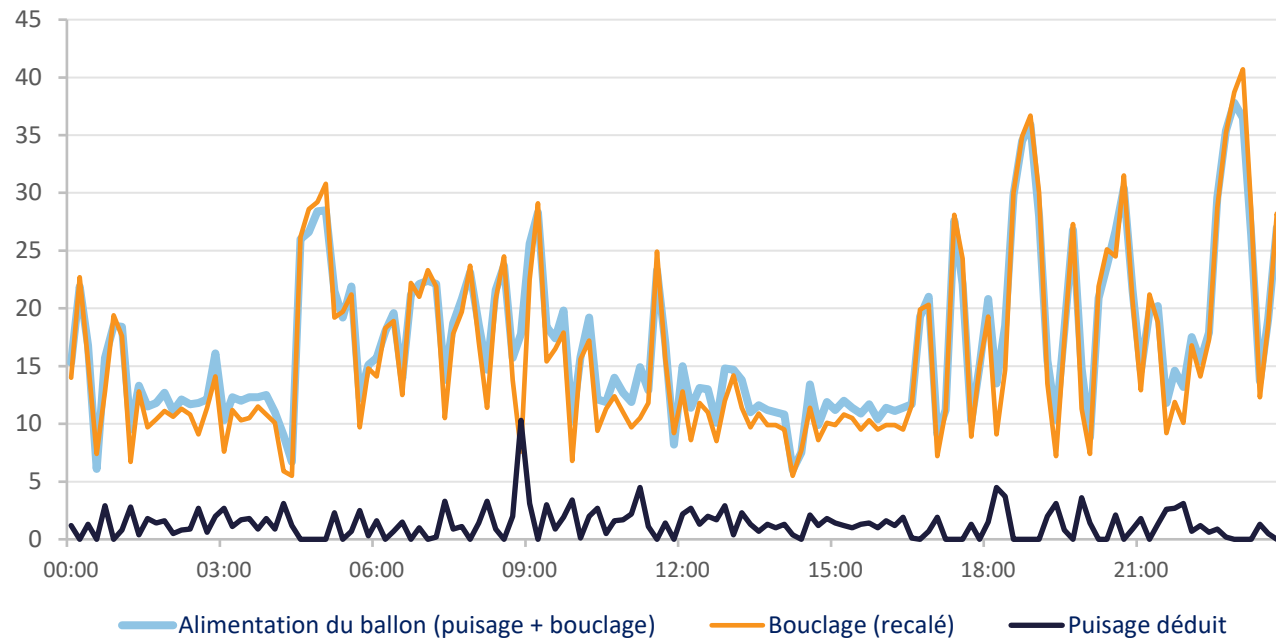
Sources : étude de faisabilité OPT'HELIOS, Hôtel B&B d'Auray (V2, 18/11/2025) ; fréquentations fournies par l'exploitant (2022-2024 et période de mesure) ; simulations TSol et SOLO 2018



# RHR Bordeaux : séparer puisage et bouclage

## 3 · Cas — Résidence Hôtelière du Rail, Bordeaux (audit 2025)

Débits au pas de 10 min, 13/10/2025 (L/min)



### Ce que la mesure a exigé

- **Tout le retour de bouclage revient dans le ballon d'appoint** : le compteur d'alimentation mesure puisage + bouclage.
- **Recalage croisé la nuit** : puisage quasi nul, les deux débitmètres doivent concorder ; écart de 4 L/min corrigé.
- **Sondes de surface** : écart départ/retour brut de 12,3 K, ramené à 6,4 à 7,4 K après correction — les pertes calculées varient du simple au double.

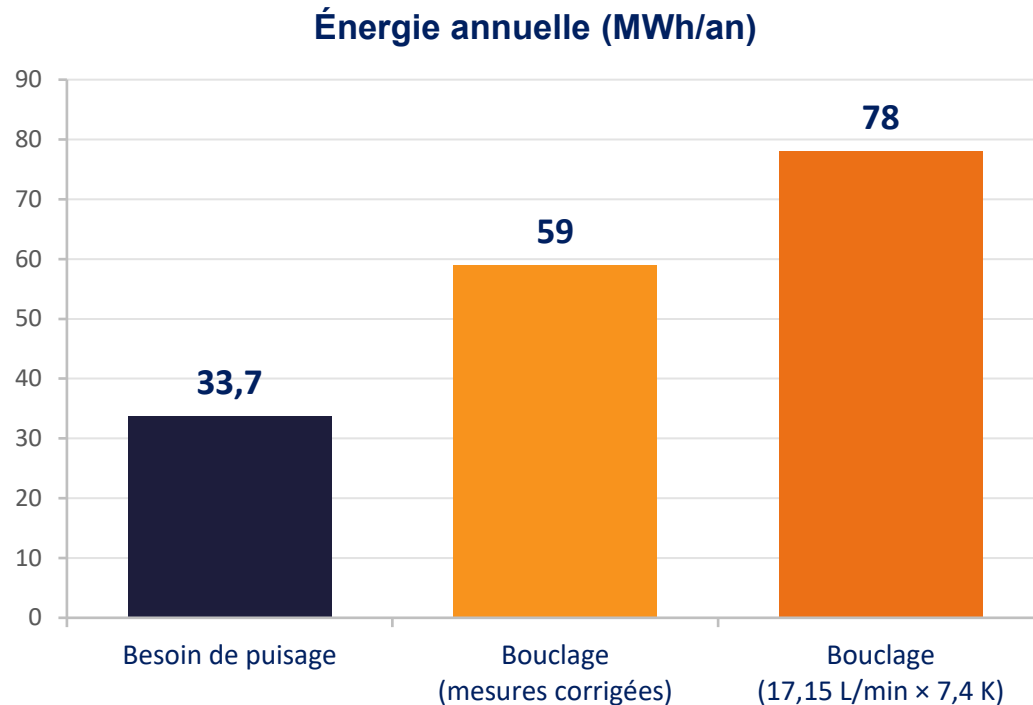
**Résultat** : 22,7 L/chambre.j à 55 °C, soit 727 m<sup>3</sup>/an et 33,7 MWh/an de besoin de puisage ; bouclage à débit variable, ≈ 17 L/min en continu, retour régulé autour de 50 °C.

Sources : rapport d'audit OPT'HELIOS RHR Bordeaux (2025) ; exports Keyence FD-H63F et FD-H32K + FI-T50/FI-T25, pas de 10 min, journée du 13/10/2025 (94 chambres occupées)



# RHR Bordeaux : le bouclage, poste dominant ignoré

## 3 · Cas — Résidence Hôtelière du Rail, Bordeaux : bilan énergétique



≈ 8,9 kW

dissipés en continu par la boucle : 1,7 à 2,3 fois l'énergie du puisage

597 kWh/m<sup>2</sup>.an

simulés sans bouclage : dimensionnement validé, mais > 90 % de couverture l'été

Retour de bouclage

débouché naturel de l'excédent estival : schéma SOCOL avec vanne 3 voies

**Enseignement :** une simulation sans bouclage valide le champ mais ignore le premier poste de consommation ; la mesure change la stratégie, du simple redémarrage à la valorisation sur la boucle.

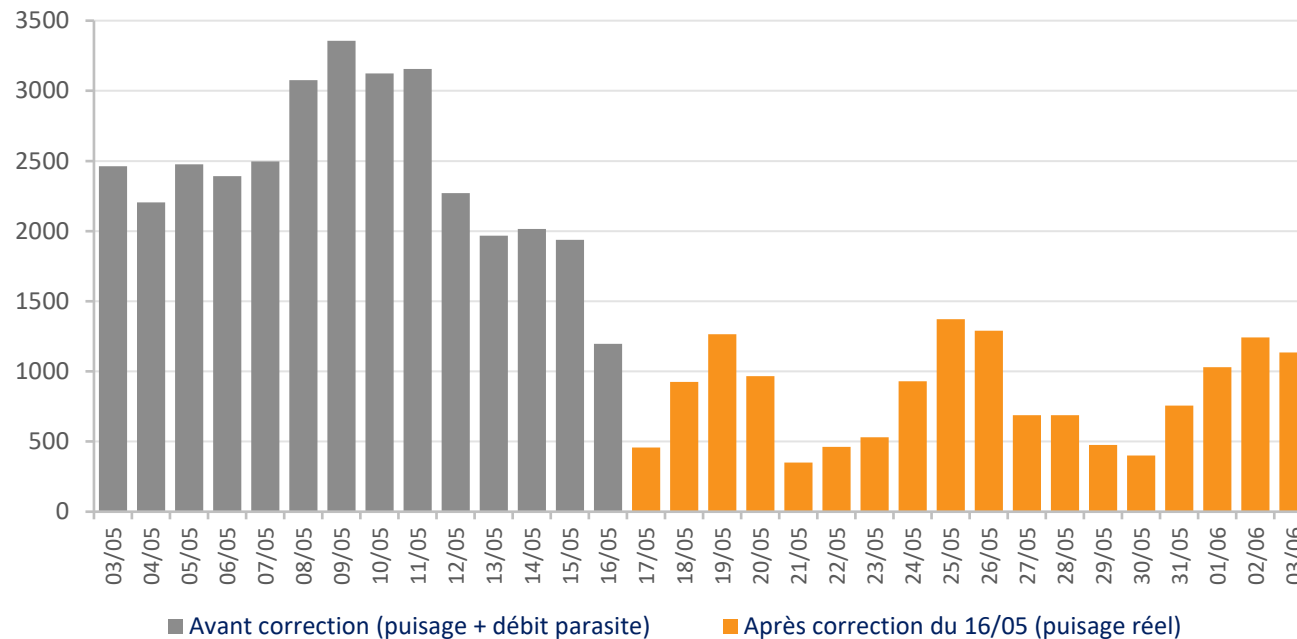
Sources : rapport d'audit OPT'HELIOS RHR Bordeaux (2025) ; simulation SOLO 2018 (18 capteurs, 41,8 m<sup>2</sup>, 3 000 L) ; recalcul des pertes à partir des exports Keyence (10 au 20/10/2025)



# Mon Calme : un clapet inversé révélé par la mesure

## 3 · Cas — Camping Mon Calme, Piriac-sur-Mer (étude de faisabilité 2024)

Volume journalier mesuré sur l'eau froide du préparateur (L/j)



### Ce que la mesure a révélé

- **Clapet anti-retour inversé** sur la branche de bouclage raccordée à l'entrée eau froide du mitigeur.
- **Conséquences** : le mitigeur ne mitige plus (eau trop chaude aux robinets), risque de pollution de l'eau froide.
- **Signature** :  $\approx 70$  L/h en continu sur l'eau froide, même la nuit ; moins de 1 L/h après l'intervention du 16/05.

**Enseignement** :  $\approx 2\,500$  L/j apparents avant correction contre 831 L/j réellement puisés : un compteur d'eau froide seul aurait triplé le besoin.

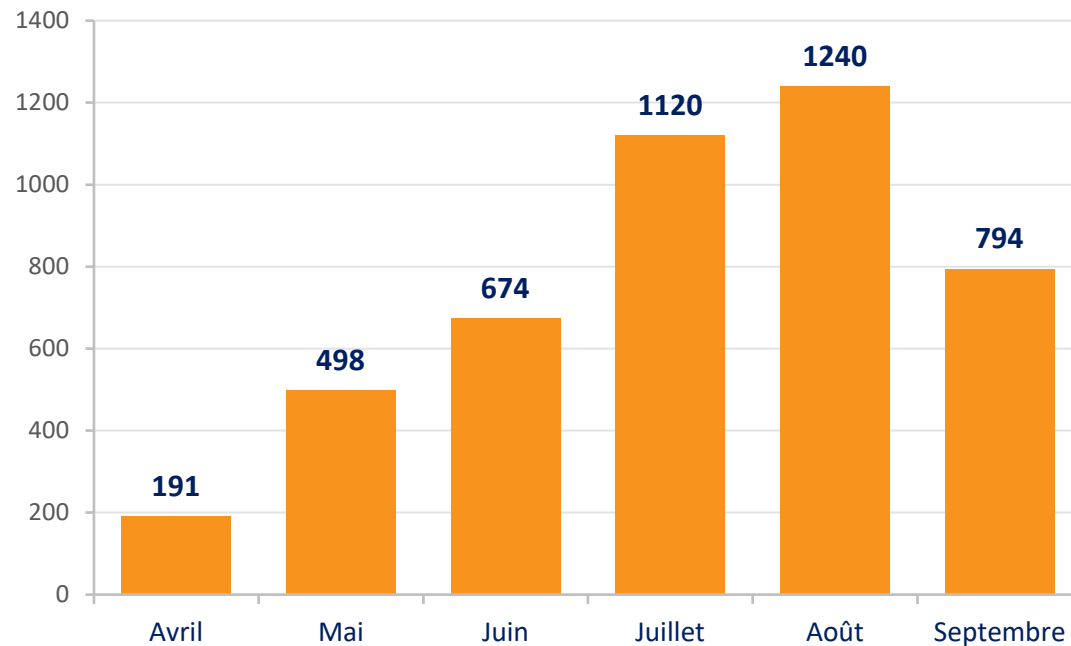
Sources : étude de faisabilité OPT'HELIOS, camping Mon Calme (2024) ; volumes horaires cumulés Keyence FD-H32K sur l'alimentation en eau froide du préparateur, 03/05 au 03/06/2024



# Mon Calme : du puisage mesuré au besoin de saison

## 3 · Cas — Camping Mon Calme : besoin en ECS

Besoin journalier moyen retenu (L/j à 60 °C)



**16,2 L**

par nuitée à 60 °C contre 12 L pour SOCOL : laverie (1,4 L/nuitée), débits performants de 3 à 6 L/min

**133 m<sup>3</sup>**

par saison (avril à octobre), soit 7,0 MWh : un besoin calé sur l'ensoleillement

**Bouclage**

programmé en journée : non conforme ; 1,8 MWh/saison estimés, à calorifuger et remettre en service 24 h/24

**Solution étudiée :** 6 capteurs plans ( $\approx 15 \text{ m}^2$ ) et 800 L, 5,3 à 5,6 MWh/saison ; la productivité reste juste au-dessus de  $350 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{an}$ , car le besoin s'arrête à l'automne.

Sources : étude de faisabilité OPT'HELIOS, camping Mon Calme (2024) ; fréquentations 2018-2022 fournies par l'exploitant ; simulation SOLO 2018



# Ce qu'apporte une campagne de mesure

## 4 · Méthode — l'intérêt de mesurer

### 1 Dimensionner juste

Besoin réel ramené à 60 °C, profil été / hiver, jour type : la surface et le stockage suivent.

### 2 Séparer puisage et bouclage

Seul le puisage dimensionne le champ ; le bouclage se traite (calorifuge, équilibrage) ou se valorise sous conditions.

### 3 Détecter les anomalies

Fuites et puisages nocturnes, compteurs mal implantés, boucles déséquilibrées, retours sous 50 °C.

### 4 Recaler la simulation

Besoins mesurés + géométrie relevée : on chiffre la part du dimensionnement, du schéma et de l'exploitation.

### 5 Arbitrer les scénarios

ECS seule, retour de bouclage dans le stock solaire, réduction de la surface active, dissipation.

### 6 Objectiver la décision

Des chiffres opposables pour le maître d'ouvrage, les dossiers d'aide ADEME et les entreprises.



# Hiérarchie des sources de données

## 4 · Méthode — mesurer, sinon ratios SOCOL

1

### Campagne de mesure fine

≥ 15 jours, pas d'acquisition court : puisage et bouclage séparés, profils horaires. La référence dès qu'elle est réalisable.

2

### Index de compteurs fiabilisés

Cahier de rondes, télérelève, GTC : la saisonnalité sur un an, après validation de l'implantation des compteurs.

3

### Ratios SOCOL à 60 °C

À défaut de mesure : valeurs prudentes issues d'audits, appliquées aux unités réellement occupées et aux usages raccordés.

X

### Ratios de dimensionnement d'appoint

Méthodes conventionnelles (Th-BCE, mode de calcul ECS) : 2 à 3 fois trop élevées pour le solaire. À proscrire.

### Combiner 1 et 2

La campagne courte donne la forme ; les index longs donnent le niveau et la saison.

*CSN : 3,6 m<sup>3</sup>/j en hiver, 2,3 en été — une campagne de septembre seule aurait sous-estimé le besoin annuel.*

Sources : SOCOL, fiche ratios (2014) ; Cegibat / COSTIC ; pratique OPT'HELIOS (CSN SS1 : campagne de septembre recalée sur un an d'index hebdomadaires)



# Protocole de campagne OPT'HELIOS

## 4 · Méthode — points de mesure et exploitation

| Point de mesure                             | Grandeur               | Instrument                            | Usage                                               |
|---------------------------------------------|------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>Alimentation EF de la production</b>     | Débit (+ T eau froide) | Clamp-on ultrasons + sonde de surface | Puisage réel, profil horaire                        |
| <b>Départ ECS</b>                           | Température            | Sonde de surface                      | Contrôle $\geq 55\text{ °C}$ ; $\Delta T$ de boucle |
| <b>Retour de bouclage</b>                   | Débit + température    | Clamp-on + sonde de surface           | Pertes de boucle ; contrôle $\geq 50\text{ °C}$     |
| <b>Option : primaire appoint ou solaire</b> | Débit + $\Delta T$     | Clamp-on + 2 sondes                   | Énergie d'appoint, productible                      |
| <b>Option : auxiliaires</b>                 | Puissance, énergie     | Enregistreur PEL103                   | Consommation des pompes                             |

### Formules d'exploitation

#### Puisage ramené à 60 °C

$$V_{60} = V \times (T_{ECS} - T_{EF}) / (60 - T_{EF})$$

#### Pertes de bouclage

$$P = \rho \cdot cp \cdot q \cdot (T_{départ} - T_{retour})$$

**Exemple CSN :  $97\text{ L/min} \times 3,0\text{ K} \approx 20\text{ kW} \approx 178\text{ MWh/an}$**

#### Durée et pas de temps

$\geq 15$  jours incluant deux week-ends ;  
acquisition 10 s, agrégation minute et  
heure (moyenne, min, max).

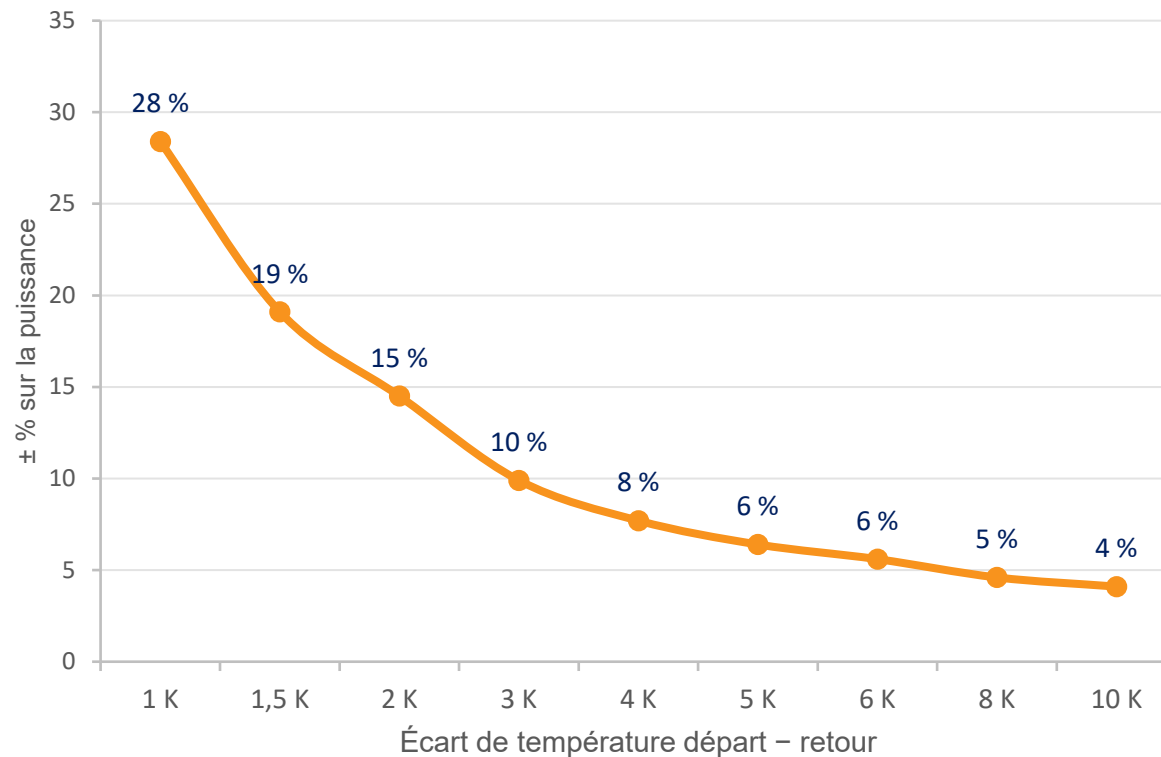
Exemple chiffré : CSN SS1, campagne Keyence du 15/09 au 02/10/2026 (moyennes sur 17 jours)



# Mesurer les pertes : l'enjeu des faibles écarts de température

## 4 · Méthode — incertitudes

**Incertitude sur les pertes selon l'écart départ / retour**



*Calcul OPT'HELIOS, hypothèses indicatives :  $\pm 0,2$  K par sonde (non appairées),  $\pm 3$  % sur le débit ; combinaison quadratique*

- **En bouclage, l'écart départ / retour ne dépasse souvent pas 2 à 5 K** : l'incertitude des sondes domine.
- **Appairer les sondes** : essai isotherme côte à côte avant pose, correction de l'écart.
- **Sondes de surface** : paroi propre, pâte thermique, recalorifugées par-dessus.
- **Contrôles de cohérence** : débit nul pompe arrêtée ; écart nul sans circulation ; températures comparées aux thermomètres en place.
- **Recouper débit instantané et volume cumulé** : à la CSN, un facteur d'échelle mal paramétré affichait 9,7 L/min au lieu de 97 L/min.



# Métrologie non intrusive : panorama des solutions

## 5 · Métrologie non intrusive

| Technologie                                    | Principe                                                                            | Atouts                                                                       | Contraintes de mise en œuvre                                                        |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Ultrasons à temps de transit (clamp-on)</b> | Écart de temps de parcours d'une onde dans le sens et à contre-sens de l'écoulement | Sans coupure ni vidange ; tous diamètres ; eau claire, eau glycolée          | Sections droites ; tube plein ; matériau et épaisseur connus ; couplage acoustique  |
| <b>Ultrasons Doppler</b>                       | Réflexion de l'onde sur particules ou bulles                                        | Fluides chargés ou aérés                                                     | Peu adapté à l'eau claire ; précision moindre                                       |
| <b>Clamp-on compact IO-Link (Keyence FD-H)</b> | Capteur ultrasons à pince, afficheur détachable                                     | Pose en quelques minutes ; multivoies ; tolère bulles et hautes températures | Pince propre à chaque plage de $\varnothing$ ; 5 à 10 DN droits ; alimentation 24 V |
| <b>Sondes de température de surface</b>        | Élément sensible plaqué sur la paroi                                                | Aucune intervention hydraulique                                              | Inertie, influence de l'ambiance : isoler, appairer                                 |
| <b>Calorimètre clamp-on</b>                    | Débit ultrasons $\times$ écart de 2 sondes                                          | Énergie directement intégrée                                                 | Cumule les contraintes ; écart faible = incertitude forte                           |
| <b>Lecture de compteurs existants</b>          | Tête optique, impulsions, M-Bus, radio                                              | Historique long, coût faible                                                 | Vérifier l'implantation (bouclage !)                                                |
| <b>Thermographie infrarouge</b>                | Cartographie des températures de surface                                            | Localise les singularités non calorifugées                                   | Qualitative ; métaux brillants sous-estimés                                         |

Sources : documentations Keyence FD-H, Fuji Electric (débitmètres ultrasons), COSTIC 2021 ; retours de terrain OPT'HELIOS (thermographie testo 860i, CSN 2026)



# Ce qui existe : familles d'instruments non intrusifs

## 5 · Métrologie non intrusive — offre du marché

### 1 Clamp-on compacts à pince

**Keyence FD-H, FD-Q**

Têtes intégrées à la pince, pose en quelques minutes, IO-Link ; petits et moyens diamètres.

### 2 Portables à ultrasons en valise

**Flexim FLUXUS F601, Katronic KATflow, Micronics Portaflow**

Transducteurs sur rail, enregistreur intégré, gros diamètres ; paramétrage plus long.

### 3 Clamp-on fixes industriels

**Endress+Hauser Prosonic Flow, Siemens SITRANS FS230**

Suivi permanent, sorties 4-20 mA, impulsions ou Modbus ; installation durable.

### 4 Calorimétrie clamp-on

**Portables à ultrasons en mode énergie + 2 sondes de surface**

Bilan thermique sans coupure ; écart de température faible = incertitude forte.

### 5 Sondes de température de surface

**Keyence FI-T, colliers Pt100 / Pt1000**

Aucune intervention hydraulique ; à isoler, appairer et recalibrer.

### 6 Lecture de compteurs existants

**Émetteurs d'impulsions, têtes optiques, M-Bus, LoRa**

Historique long à faible coût ; vérifier ce que le compteur mesure vraiment.

*Exemples de gammes cités à titre indicatif, liste non exhaustive et sans préférence de marque ; vérifier les caractéristiques sur les documentations constructeurs*



# L'équipement OPT'HELIOS : la gamme Keyence FD-H

## 5 · Métrologie — notre équipement

FD-H20 · FD-H32 · FD-H63

Débitmètres clamp-on, petits à gros diamètres (jusqu'à Ø 63 mm)

FI-T

Sondes de température de surface, raccordées au débitmètre ou au maître

NQ-MP8L

Maître IO-Link 8 ports, acquisition synchronisée de toutes les voies

PC + Modbus TCP

Enregistrement au pas de 10 s, export CSV, agrégation

PEL103

Enregistreur de puissance et d'énergie pour les auxiliaires

### Atouts

- Compacité : pose sans vidange ni coupure
- Installation en quelques minutes
- Voies multiples synchronisées
- Tolère bulles et hautes températures (constructeur)
- Afficheur détachable : contrôle visuel sur site

### Contraintes

- **5 à 10 DN de longueur droite** en amont et en aval
- Pince adaptée au Ø extérieur exact
- Afficheur déporté si paroi > 100 °C
- Alimentation 24 V permanente
- Au-delà de Ø 63 : autre technologie

Sources : Keyence, spécifications FD-H ; équipement et retours de campagne OPT'HELIOS (Chantepie, Gétigné, CSN)



# Keyence FD-H : ce que dit le constructeur

## 5 · Métrologie — notre équipement, données constructeur

| Caractéristique             | Série FD-H                                                                    |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Principe</b>             | Ultrasons hybride : temps de transit + réflexion sur bulles et particules     |
| <b>Précision</b>            | ±3 % de la valeur affichée (modèles standard et haute température)            |
| <b>Tubes</b>                | Fer, cuivre, inox, PVC rigide, flexibles                                      |
| <b>Pinces (guide)</b>       | FD-H10 Ø 13-18 · FD-H20 Ø 18-28 · FD-H32 Ø 28-44 ; FD-H63 pour les gros tubes |
| <b>Température de paroi</b> | FD-HxxK jusqu'à 180 °C ; afficheur séparé et coupleur spécial dès 140 °C      |
| <b>Alimentation</b>         | 20 à 30 V CC, alimentation stabilisée et isolée, connecteur M12               |
| <b>Sorties</b>              | IO-Link, 4 canaux configurables ; sortie impulsions sur Ch1 uniquement        |
| <b>Multiport</b>            | 2 capteurs : température FI-T, concentration FI-C ou niveau FL                |

**±3 %**

de la valeur affichée : la base de notre calcul d'incertitude

**15 à 30 min**

de stabilisation après mise sous tension pour mesurer de faibles écarts

**≥ 80 °C**

de paroi : l'appareil ne doit plus toucher le tube, afficheur déporté

Sources : Keyence, présentation de la série FD-H, manuel d'instructions FD-H et guide d'installation rapide (documents constructeur)



# Poser un FD-H en 4 étapes

## 5 · Métrologie — mise en œuvre selon le guide Keyence

**1** **Assurez-vous que la tête de capteur et le kit de fixation utilisés soient correct**  

Unité principale du capteur

Support supérieur

Support de base

**2** **Vérifiez le diamètre du tuyau des supports de base**  

- L'orientation du support peut être tournée de 180 degrés pour passer d'un tuyau à un autre de diamètre équivalents.

Inversion à 180 degrés

| Modèle | (1)                    | (2)                      |
|--------|------------------------|--------------------------|
| FD-H10 | 1/4" (8A)<br>(ø13-16)  | 3/8" (10A)<br>(ø16-18)   |
| FD-H20 | 1/2" (15A)<br>(ø18-23) | 3/4" (20A)<br>(ø23-28)   |
| FD-H32 | 1" (25A)<br>(ø28-37)   | 1 1/4" (32A)<br>(ø37-44) |

⚠ Alignez la position du support de base à l'intérieur du support supérieur

Support supérieur

Support de base

**3** **Installez les supports sur le tuyau**  

M4 (FD-H10/H20), M5 (FD-H32)  
Couple recommandé 1,5N·m  
Veillez à ce que les vis du support soient serrées uniformément.

**4** **Installez le corps principal sur le support de base**  

Peut être inversé 180 degrés

M4 Couple recommandé 1,0N·m

⚠ Positions d'installation recommandées

OK

Attention ! Des bulles sont susceptibles de se former.

OK

Attention ! Des bulles sont susceptibles de se former.

### Points clés du guide

- **Pince adaptée au Ø extérieur** : support réversible à 180° pour deux diamètres
- **Serrage** : supports 1,5 N·m, vis serrées uniformément ; corps 1,0 N·m
- **Position** : flux montant en vertical, afficheur perpendiculaire au sol en horizontal
- **Afficheur déporté** : câble FD-HCS2, jusqu'à 20 m

**Sur le terrain** : tube nu et propre, pince au bon diamètre, serrage uniforme ; puis contrôle du signal et de la stabilité sur l'afficheur avant de lancer l'enregistrement.

Figure : Keyence, guide d'installation du modèle standard série FD-H (MFD63FR) ; couples de serrage et positions d'après le guide



# Nos campagnes en images : Keyence FD-H et FI-T sur site

## 5 · Métrologie — retours de chantier OPT'HELIOS



**FD-H63F sur alimentation ballon**  
RHR Bordeaux — 39 L/min



**Pose sur tube nu, calorifuge  
déposé**  
EHPAD Gétigné



**Afficheur Multi View : débit + 2 T**  
Louis Cubaynes — 9,2 L/min, 61,1 /  
55,3 °C



**FD-H63 : débit négatif**  
Clinique St Nazaire

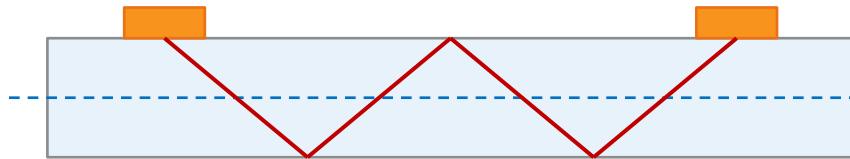
**En pratique :** calorifuge déposé localement, pince serrée sur tube nu, sondes de surface recalorifugées ; le relevé de pose photographié trace chaque compromis d'implantation.

*Photos OPT'HELIOS : RHR Bordeaux (10/2025), EHPAD Les 3 Clochers à Gétigné (2026), EHPAD Louis Cubaynes (07/2025), Cité sanitaire nazairienne (2026)*



# Montage des transducteurs : les configurations constructeurs

## 5 · Métrologie — schémas de principe



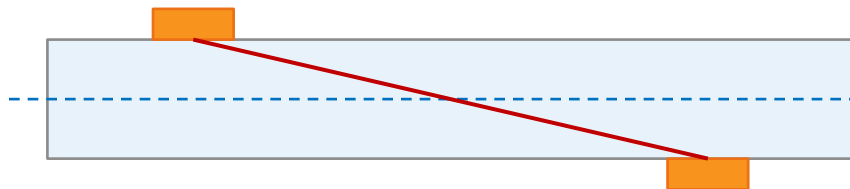
### Montage en W

4 traversées : petits diamètres



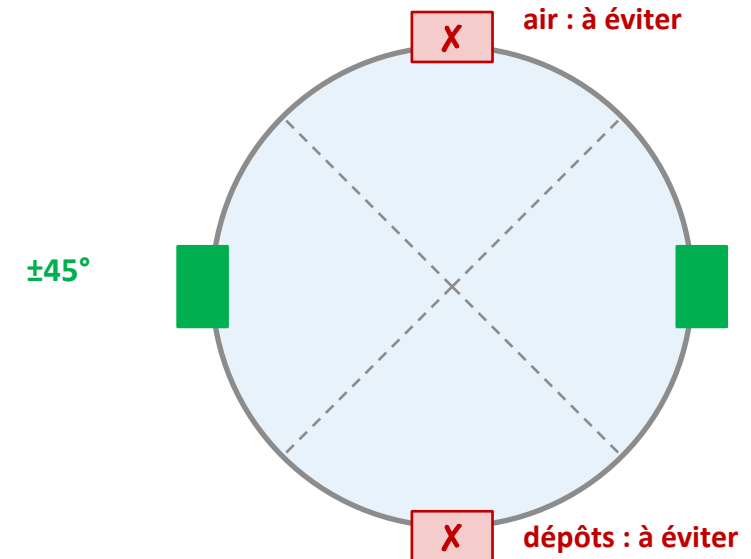
### Montage en V

2 traversées, même côté : cas courant



### Montage en Z

1 traversée, de part et d'autre : grands diamètres, signal atténué



*Coupe d'un tube horizontal : zone de pose conseillée*

**Capteurs compacts à pince (type Keyence FD-H) :** têtes intégrées, aucun écartement à régler ; seuls le diamètre, la position et les sections droites comptent.

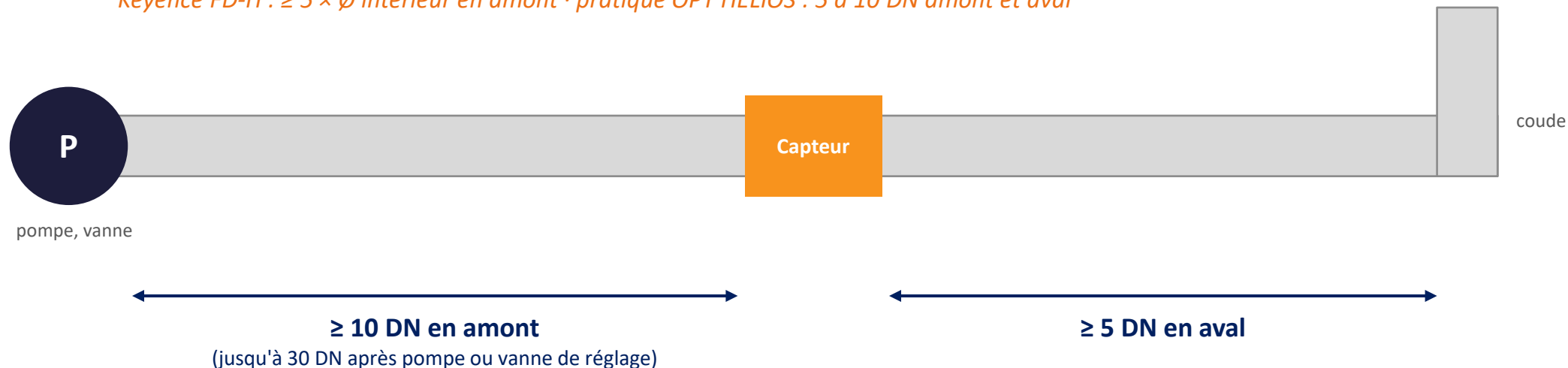
*Schémas de principe redessinés d'après les documentations des constructeurs de débitmètres à ultrasons à temps de transit ; distances et nombre de traversées à paramétrer selon le constructeur*



# Implantation : les sections droites, condition première

## 5 · Métrologie — règles d'implantation

*Keyence FD-H :  $\geq 5 \times \varnothing$  intérieur en amont · pratique OPT'HELIOS : 5 à 10 DN amont et aval*



1

### Afficheur perpendiculaire au sol

sur tube horizontal (Keyence) : afficheur vers le haut = bulles ; air en haut, dépôts en bas

2

### Tube toujours plein

sur tube vertical, tronçon où l'eau monte (Keyence) ; jamais à l'aspiration d'une pompe

3

### Loin des perturbateurs

pompe, V3V, mitigeur, chaleur rayonnante ; pas deux FD-H rapprochés sur une même ligne

4

### Vitesse suffisante

sur un bouclage à faible débit, choisir le tronçon de plus petit diamètre

Sources : Keyence, manuel d'instructions FD-H (précautions d'installation) et guide d'installation rapide ; Fuji Electric, débitmètres à ultrasons (10 D amont / 5 D aval, 30 D après pompe ou vanne)



# Mise en œuvre : contraintes et points de vigilance

## 5 · Métrologie — mise en œuvre

### Électricité et données

- ✓ Prise 230 V permanente en chaufferie : alimentation 24 V du maître IO-Link et du PC
- ✓ Onduleur conseillé : une coupure = un trou dans la série
- ✓ PC dédié : veille, mises à jour et économie d'énergie désactivées
- ✓ Horloge synchronisée, sauvegarde journalière
- ✓ Stabilisation 15 à 30 min après mise sous tension ; contrôle des données à J+1

### Hydraulique et thermique

- ✓ Calorifuge refermé sur les sondes de surface, jamais sur le corps du FD-H en tube chaud (surchauffe)
- ✓ Paroi propre : peinture écaillée, oxydation et soudures à éviter
- ✓ Saisie exacte :  $\varnothing$  extérieur, épaisseur, matériau, fluide
- ✓ Essai à débit nul (pompe arrêtée) et contrôle du sens d'écoulement
- ✓ Relevé de pose photographié et repéré sur le schéma

### Exploitation et sécurité

- ✓ Informer l'exploitant ; étiqueter « campagne en cours — ne pas déplacer »
- ✓ Câbles fixés hors des passages et des organes de manœuvre
- ✓ Paroi  $\geq 80$  °C : l'appareil ne doit pas toucher le tube (afficheur déporté) ; gants
- ✓ Électronique hors des zones chaudes (30 à 35 °C relevés à la CSN)
- ✓ Dépose soignée et remise en état du calorifuge en fin de campagne



# Les pièges de la mesure non intrusive

## 5 · Métrologie — vigilance

| Phénomène                                  | Effet sur la mesure                                                           | Parade                                                     |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Air, écoulement diphasique                 | Signal perdu, erreurs de sens (« reverse flow error » à Chantepie)            | Point bas, purge vérifiée, écarter les valeurs aberrantes  |
| Vitesse faible (bouclage en gros diamètre) | Résolution dégradée, débit sous-estimé                                        | Mesurer sur le tronçon de plus petit diamètre              |
| Dépôts, tartre, corrosion interne          | Section réelle inconnue : erreur systématique                                 | Contrôle croisé : compteur, courbe de pompe, bilan         |
| Tubes multicouches, PER, revêtements       | Atténuation ou perte du signal                                                | Vérifier la compatibilité ; préférer un tronçon métallique |
| Paramétrage de l'acquisition               | CSN : 9,7 L/min affichés au lieu de 97 L/min (facteur d'échelle $\times 10$ ) | Recouper avec le volume cumulé et l'afficheur du capteur   |
| Campagne courte                            | Saisonnalité non captée (CSN : 3,6 $\rightarrow$ 2,3 m <sup>3</sup> /j)       | Recaler sur les index annuels                              |

Sources : audits OPT'HELIOS Chantepie (journal d'événements du débitmètre, 09/06/2026) et CSN SS1 (2026) ; documentations constructeurs



# Nos recommandations

## Synthèse

1

### Mesurer dès que possible

Campagne  $\geq 15$  jours, puisage et bouclage, avant l'étude ou dans l'audit d'une installation défaillante.

2

### À défaut, les ratios SOCOL

À 60 °C, sur les unités réellement occupées — jamais les ratios de dimensionnement d'appoint.

3

### Quantifier le bouclage à part

Il ne dimensionne pas le champ, mais il conditionne les scénarios : calorifuge, équilibrage, valorisation.

4

### Vérifier les compteurs existants

Repérer le piquage du retour de bouclage avant d'exploiter un index.

5

### Respecter les règles de pose

Sections droites de 5 à 10 DN, tube plein, sondes appairées et isolées.

6

### Pérenniser la mesure

Comptage conforme SOCOL / ADEME et télérelève au CCTP : ne plus découvrir une panne à l'audit.

# Merci de votre attention

**Moran GUILLERMIC**

OPT'HELIOS — bureau d'études solaire thermique

Audits · études de faisabilité · campagnes de mesure · AMO / MOE

---