



**energo**<sup>®</sup>

L'efficacité énergétique  
dans le bâtiment

Étude de consommation & du potentiel  
d'optimisation  
**DGIP (Etat de Vaud)**

Plan Action Energie (PAE)  
**Rapport consommations 2018**



**Figure 1 - Gymnase de Renens mis en service en octobre 2016**

**Yoan Pétremand**  
Rapport du 29 juillet 2019

Avec le soutien de

**energo**<sup>®</sup> Filiale Suisse romande  
Chemin des Saugettes 1 – CP 248  
CH-1024 Ecublens  
T. +41 (0)21 694 48 24 – F. +41 (0)21 646 86 76  
info.fr@energo.ch – www.energo.ch



# Table des matières

<b>1. Introduction.....</b>	<b>4</b>
<b>2. Méthodologie.....</b>	<b>5</b>
2.1. Indicateurs de consommation.....	5
2.2. Identification du potentiel.....	5
2.3. Suivi énergétique sur energoTOOLS.....	6
2.3.1. Définition des périmètres.....	6
2.3.2. Indicateurs clés.....	6
2.3.3. Méthodologie utilisée pour le suivi énergétique.....	7
<b>3. Formation des exploitants.....</b>	<b>8</b>
<b>4. Parc immobilier.....</b>	<b>11</b>
4.1. Nouveaux bâtiments.....	14
4.2. Extension de bâtiments.....	14
4.3. Assainissements.....	14
4.4. Optimisations majeures.....	14
<b>5. Evolution des consommations d'énergie.....</b>	<b>15</b>
5.1. Chaleur.....	15
5.1.1. GR1 - Gymnases.....	18
5.1.2. GR2 – Écoles professionnelles.....	20
5.1.3. GR3 – Hautes écoles.....	21
5.1.4. GR4 – Bâtiments administratifs.....	22
5.1.5. GR5 – Bâtiments judiciaires/militaires.....	24
5.1.6. GR6 – Centres d'entretien / gendarmerie.....	25
5.1.7. GR7 – Établissements pénitentiaires.....	27
5.1.8. Global.....	29
5.2. Electricité.....	32
5.2.1. GR1 – Gymnases.....	32
5.2.2. GR2 - Ecoles professionnelles.....	33
5.2.3. GR3 - Hautes écoles.....	34
5.2.4. GR4 - Bâtiments administratifs.....	35
5.2.5. GR5 - Bâtiments judiciaires / militaires.....	36
5.2.6. GR6 - Centres d'entretien / gendarmerie.....	37
5.2.7. GR7 - Etablissements pénitentiaires.....	38
5.2.8. Global.....	39
5.3. Eau.....	42
5.3.1. GR1 – Gymnases.....	42
5.3.2. GR2 - Ecoles professionnelles.....	43
5.3.3. GR3 - Hautes écoles.....	44
5.3.4. GR4 - Bâtiments administratifs.....	45
5.3.5. GR5 - Bâtiments judiciaires / militaires.....	46
5.3.6. GR6 - Centres d'entretien / gendarmerie.....	47
5.3.7. GR7 - Etablissements pénitentiaires.....	48
5.3.8. Global.....	49
<b>6. Identification des potentiels.....</b>	<b>50</b>
6.1. Méthodologie.....	50
6.2. Chaleur.....	51
6.3. Electricité.....	52
6.4. Eau.....	53
6.5. Global.....	54

<b>7. Recommandations</b> .....	<b>56</b>
<b>8. Conclusion</b> .....	<b>57</b>
<b>9. Annexe</b> .....	<b>59</b>
9.1. <i>Annexe 1 : définir son potentiel d'économie d'énergie grâce à energoTOOLS</i> .....	59
9.2. <i>Annexe 2 : Module disponibles sur energoTOOLS</i> .....	64

## 1. Introduction

L'objectif de ce rapport est faire un bilan de la consommation d'énergie du parc de bâtiments de l'État de Vaud pour l'année 2018 et d'identifier les potentiels d'optimisation énergétique.

### *Les objectifs du DGIP*

Le DGIP a comme mission de s'occuper de la construction, de la maintenance et de l'entretien du patrimoine de l'État de Vaud. L'État de Vaud s'est fixé des objectifs ambitieux de réduction de la consommation d'énergie pour réduire son impact environnemental et répondre aux enjeux énergétiques et environnementaux actuels. Les objectifs à l'horizon 2050 sont les suivants :

- **Thermique** : 38 kWh / (m<sup>2</sup> an)
- **Electricité** : 15 kWh/ (m<sup>2</sup> an)
- **Eau** : 0.18 m<sup>3</sup>/ (m<sup>2</sup> an)

### *La nouvelle plateforme energoTOOLS*

energoTOOLS est la nouvelle plateforme web de gestion énergétique des bâtiments. Grâce à ses nouveaux algorithmes, il est possible de facilement visualiser les économies d'énergie réalisées, les événements d'exploitation, les dérives et classer le parc selon différents critères afin de prioriser les actions. La plateforme répond également aux exigences de suivi pour l'obtention de labels et de certifications (Cité de l'énergie, ISO 50'001, IPMVP). energoTOOLS est un système ouvert pouvant communiquer facilement avec divers outils métiers. La plateforme est également compatible avec les solutions modernes de télérelève des compteurs d'énergie. La mise en place du suivi énergétique sur cette plateforme pour les bâtiments du DGIP a été réalisée et permet un suivi des consommations d'énergie en continu.



### *Les réalisations 2018*

- Nettoyage des données de consommations : correction d'erreurs dans les index des compteurs
- Clarification des périmètres des différents sites et du comptage de l'énergie
- Fin de l'établissement des signatures énergétiques sur les sites principaux
- Formation du service technique (1 jour, 2 sessions) concernant le confort, le suivi énergétique ainsi que l'exploitation optimale des installations techniques. Deux sessions ont été organisées en septembre 2018 ainsi qu'une session de rattrapage sur une demi-journée
- Intégrations de nouveaux bâtiments : Gymnase de Renens
- Mise en place de processus pour l'analyse et le contrôle de la donnée (energo & DGIP)

### *A venir en 2019*

- Fin de la mise en place du suivi énergétique sur energoTOOLS
- Intégration des données des nouveaux bâtiments construits par le DGIP
- Amélioration du processus de détection des dérives de consommation et d'intervention sur site
- Amélioration de la qualité des relevés avec les exploitants
- Développement de l'interface planon-tenor
- Amélioration des processus pour le renseignement des optimisations / assainissement sur le module « journal d'intervention »
- Projet pilote avec le nouveau module « installation » de la plateforme energoTOOLS permettant l'inventaire des installations et paramètres de régulation

## 2. Méthodologie

### 2.1. Indicateurs de consommation

La méthodologie utilisée dans ce rapport pour le calcul des indices de dépense d'énergie est celle développée par le DGIP pour le suivi énergétique de leurs bâtiments. Cette dernière a été utilisée pour publier le rapport 2017 (Efficacité énergétique et durabilité des bâtiments et constructions - BILAN 2011 - 2016 | PERSPECTIVES 2017 – 2021).

### 2.2. Identification du potentiel

EnergOTOOLS représente la consommation d'énergie ou l'émission de CO<sub>2</sub> en fonction d'une grandeur caractéristique (taille typologique et SRE). Chaque point représente donc un bâtiment. On en tire des zones statistiques significatives pour la Suisse pour chaque typologie de bâtiment. Ces dernières sont adaptées chaque année selon les consommations des bâtiments représentés.

La qualification des bâtiments est basée sur trois zones :

- un potentiel presque certain, en rouge
- un potentiel probable, en jaune
- potentiel très faible, en bleu

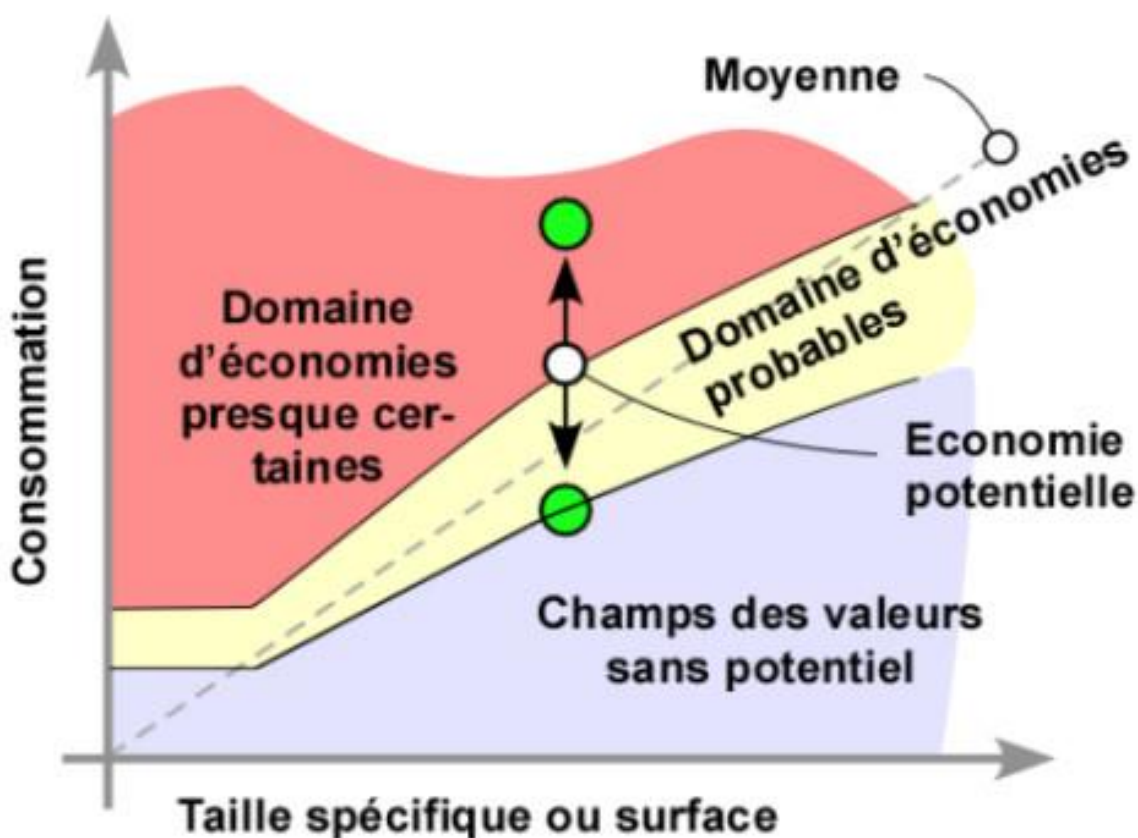


Figure 2 - évaluation du potentiel d'économie

Les gestionnaires de parc peuvent ainsi situer leurs bâtiments par rapport à l'ensemble du parc Suisse. Les bâtiments supérieurs ou inférieurs à la droite significative sont ainsi facilement identifiables. Cet outil permet de cibler rapidement les bâtiments à optimiser car ils présentent un grand potentiel.



## 2.3. Suivi énergétique sur energoTOOLS

### 2.3.1. Définition des périmètres

Les paramètres des différents sites ont été clarifiés et permettent également d’avoir une vue sur le comptage existant dans les différents bâtiments. Cela permet une meilleure compréhension des différents sites et de leur consommation. Ces périmètres sont disponibles sur la plateforme.

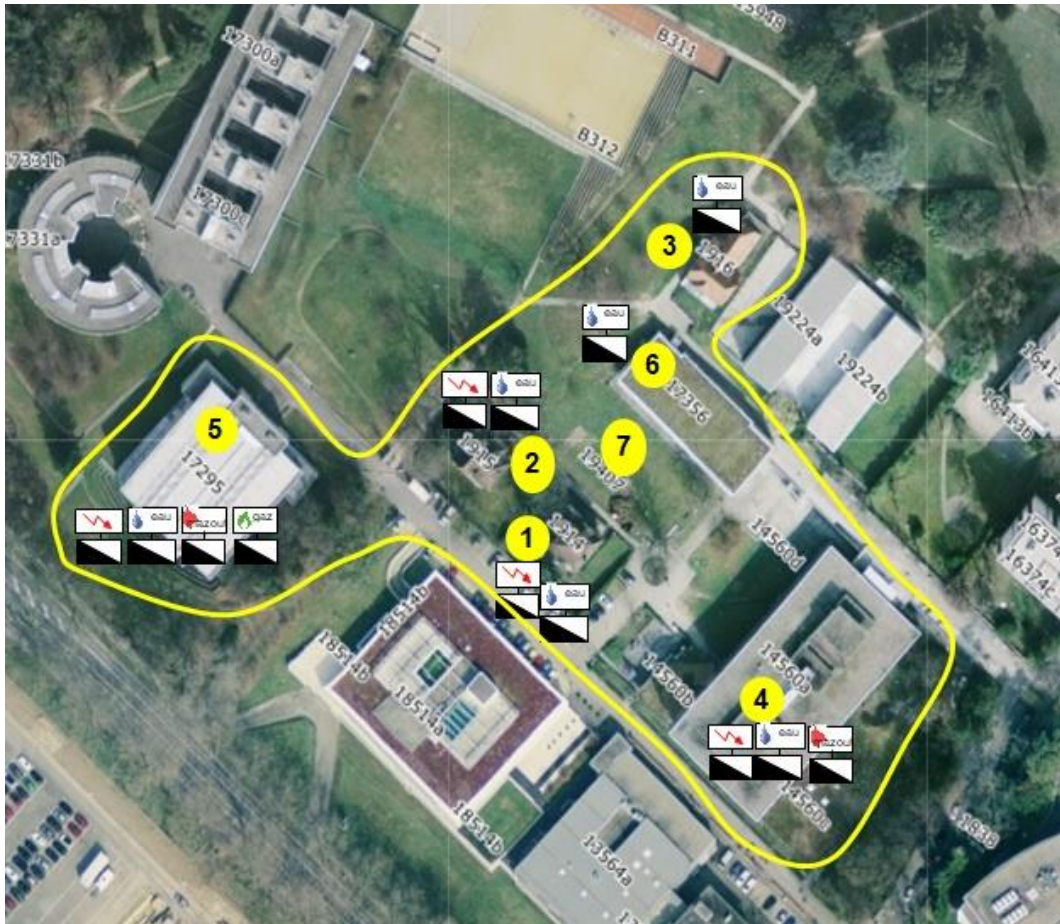


Figure 3 – Exemple de périmètre

### 2.3.2. Indicateurs clés

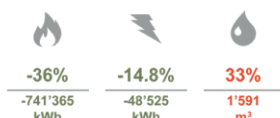
Malgré la complexité et le nombre de compteurs utiles pour le suivi énergétique, la plateforme energoTOOLS permet un suivi en continu des performances des bâtiments grâce à seulement quelques indicateurs clés présentés ci-dessous :

#### Détection d'événements



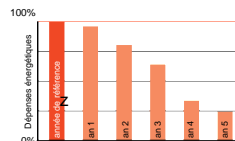
Détectez rapidement les dérives et l'impact des mesures

#### Performance en cours



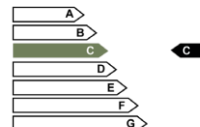
Vérifiez en tout temps vos performances de consommation

#### Années précédentes



Réalisez vos bilans sur des périodes libres

#### Étiquette énergie



Générez l'étiquette énergie mesurée selon la norme SIA 2031

Figure 4 – indicateurs clés

### 2.3.3. Méthodologie utilisée pour le suivi énergétique

Afin d'intégrer la correction climatique, energo utilise la méthode de la signature énergétique. Cette dernière permet de modéliser le comportement du bâtiment en fonction de paramètres tels que la température extérieure. Elle permet un suivi précis de l'évolution des consommations du bâtiment. Pour cela, une année de référence est choisie. Dans l'exemple suivant, on confronte la température extérieure sur l'axe des abscisses ainsi que la consommation d'énergie sur l'axe des ordonnées. Ainsi, la relation entre les deux variables peut être déduite par un modèle mathématique.

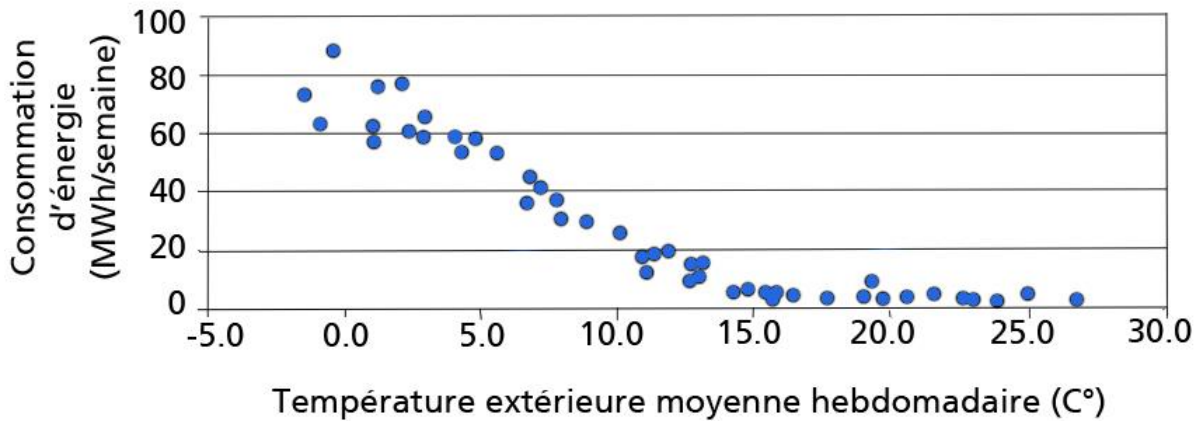


Figure 5 - nuage de point de la signature énergétique

La signature énergétique de référence obtenue décrit donc le comportement du bâtiment en fonction de la température extérieure dans ce cas. Ce modèle peut être appliqué aux températures des années suivantes pour calculer la consommation de référence. On peut ensuite comparer cette valeur avec la consommation réelle des années suivantes pour calculer des économies d'énergie. Avec cette méthode, la correction climatique apportée est précise et continue (détection d'événement). Cette méthode répond aux exigences du protocole IPMVP.

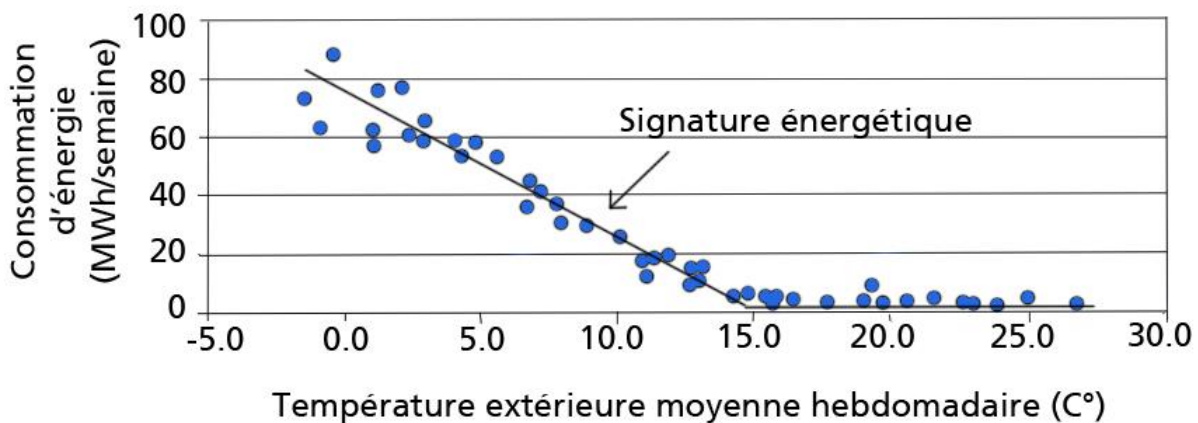


Figure 6 - signature énergétique de référence

Un suivi individuel par bâtiment est disponible en continu sur la plateforme energoTOOLS. Cette technique permet de quantifier précisément les économies d'énergie réalisées et de réagir rapidement en cas de dérives de consommation.

### 3. Formation des exploitants

Avec l'arrivée des nouveaux outils de suivi, une formation a été organisée en 2018 par energo pour les exploitants des bâtiments du DGIP et a traité des thématiques suivantes : le suivi énergétique, la gestion du confort et l'optimisation énergétique.

**Date de la formation :** 05.09.2018  
**Horaires:** 08h30 à 15h00  
**Lieu :** HEIG  
**Intervenants :** Joël Lazarus  
 Yoan Pétremand  
 Roland Conus

#### Contenu :

##### Optimisation énergétique

- Introduction à l'exploitation optimale des installations CVC

##### Suivi énergétique

- Notions de base
- Relevé des compteurs d'énergie
- Détection des dérives de consommation

##### Gestion du confort

- Notions de base sur le confort
- Gestion et analyse des plaintes de confort

#### Programme détaillé :

Heure	Session	Salle 1	Salle 2
08h30-10h00	Session 1	<b>Suivi énergétique</b> <i>Groupe 1</i> Yoan Pétremand	<b>Optimisation</b> <i>Groupe 2</i> Roland Conus
10h00-10h30	Pause	-	-
10h30-12h00	Session 2	<b>Suivi énergétique</b> <i>Groupe 2</i> Yoan Pétremand	<b>Optimisation</b> <i>Groupe 1</i> Roland Conus
12h00-13h30	Pause midi	-	-
13h30-15h00	Session 3	<b>Confort</b> <i>Groupe 2</i> Yoan Pétremand	<b>Confort</b> <i>Groupe 1</i> Joël Lazarus



Une deuxième session a été organisée deux semaines plus tard:

**Date de la formation :** 19.09.2018  
**Horaires:** 08h30 à 15h00  
**Lieu :** Riponne  
**Intervenants :** Joël Lazarus  
 Yoan Pétremand  
 Roland Conus

**Contenu :**

Optimisation énergétique

- Introduction à l'exploitation optimale des installations CVC

Suivi énergétique

- Notions de base
- Relevé des compteurs d'énergie
- Détection des dérives de consommation

Gestion du confort

- Notions de base sur le confort
- Gestion et analyse des plaintes de confort

**Programme détaillé :**

Heure	Session	Salle 1	Salle 2	Salle 3
08h30-10h00	Session 1	<b>Suivi énergétique</b> <i>Groupe 1</i> Yoan Pétremand	<b>Optimisation</b> <i>Groupe 2</i> Roland Conus	<b>Confort</b> <i>Groupe 3</i> Joël Lazarus
10h00-10h30	Pause	-	-	-
10h30-12h00	Session 2	<b>Suivi énergétique</b> <i>Groupe 2</i> Yoan Pétremand	<b>Optimisation</b> <i>Groupe 3</i> Roland Conus	<b>Confort</b> <i>Groupe 1</i> Joël Lazarus
12h00-13h30	Pause midi	-	-	-
13h30-15h00	Session 3	<b>Suivi énergétique</b> <i>Groupe 3</i> Yoan Pétremand	<b>Optimisation</b> <i>Groupe 1</i> Roland Conus	<b>Confort</b> <i>Groupe 2</i> Joël Lazarus

Une session de rattrapage le 03.12.2018 sur une demi-journée a été organisée par M. Pyroth pour former les exploitants qui n'ont pas pu être présents lors des deux premières sessions.

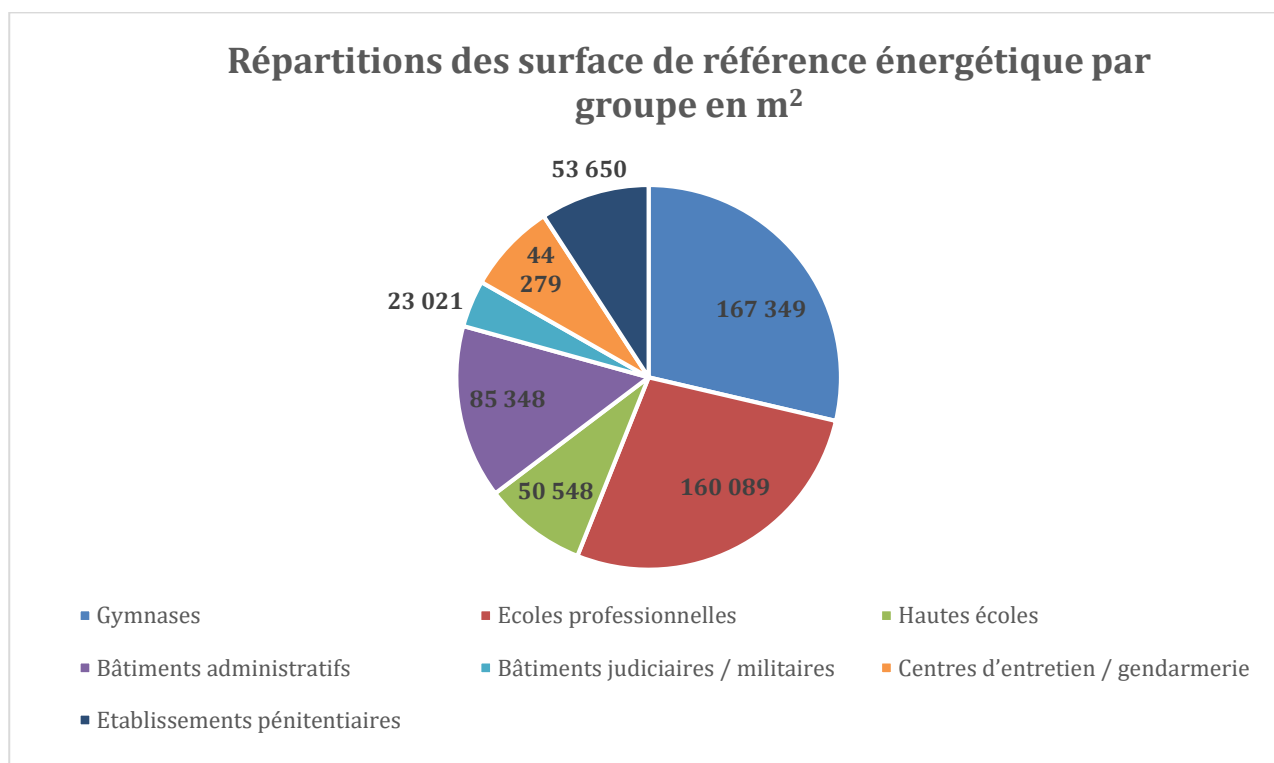
**Retour des utilisateurs sur la formation :**

- La plupart des exploitants ont bien pris en main l'outil energoTOOLS et semblent satisfaits des nouveautés
- Certains exploitants ne sont pas en mesure de faire les saisies de compteur via l'application smartphone car ces derniers **n'ont pas de smartphone ou tablettes à disposition**. Dans ces cas, les relevés sont faits via des feuilles de relevé et reportés ensuite depuis la plateforme web.
- Une demande a été faite à la Direction de l'immobilier et du foncier de fournir des smartphones ou des tablettes.

## 4. Parc immobilier

Le parc immobilier se compose de 255 bâtiments répartis en 7 groupes par catégorie d'activités. Ces groupes permettent de comparer des consommations d'énergie de bâtiments ou sites de même affectation. Les différents groupes sont cités ci-dessous :

- **GR1** - Gymnases
- **GR2** - Ecoles professionnelles
- **GR3** - Hautes écoles
- **GR4** - Bâtiments administratifs
- **GR5** - Bâtiments judiciaires / militaires
- **GR6** - Centres d'entretien / gendarmerie
- **GR7** - Etablissements pénitentiaires



La consommation totale du parc en 2018 (sans les bâtiments avec des données indisponibles) est résumée ci-dessous. Le nombre de sites (composés de plusieurs bâtiments) pris en compte est indiqué en dessous :



**48'861'409 kWh**  
**56 sites / 57**



**22'117'081 kWh**  
**55 sites / 57**






**224'767 m<sup>3</sup>**  
**50 sites / 57**




Le tableau suivant présente le détail des consommations, ainsi que des surfaces de référence énergétiques pour chaque site du parc en 2018. Les données avec un 0 n'étaient pas disponibles ou incohérentes au moment de la rédaction du rapport.

Groupe	Bâtiment	SRE m <sup>2</sup>	 Chaleur kWh	 Electricité kWh	 Eau m <sup>3</sup>
GR1	Gymnase Auguste Piccard	15 130	1 150 875	315 842	13 314
GR1	Gymnase de Beaulieu	10 593	736 076	241 207	2 822
GR1	Gymnase du Bugnon	9 085	829 125	194 373	2 479
GR1	Gymnase de Burier	21 281	1 466 674	512 677	14 825
GR1	Gymnase de Chamblandes	10 582	616 699	210 588	2 200
GR1	Gymnase de la Cité	6 886	642 813	109 724	1 749
GR1	Gymnase de la Mercerie	6 993	434 176	130 110	1 300
GR1	Gymnase de Morges+CEPM	26 701	1 658 596	978 573	4 025
GR1	Gymnase de Nyon	27 456	1 151 299	516 043	9 025
GR1	Gymnase de Renens	15 362	415 356	341 974	2 544
GR1	Gymnase d'Yverdon	17 280	1 107 804	368 320	4 205
GR2	CEPV	11 205	748 493	379 757	2 359
GR2	CPNV	16 804	1 358 182	573 053	3 067
GR2	César Roux 2	1 764	208 055	29 094	276
GR2	Ecole de la Santé	6 925	675 552	160 764	1 332
GR2	EPCA	5 730	280 589	119 144	933
GR2	EPCL Midi 13	3 148	218 440	51 197	574
GR2	EPCL VJ	7 481	294 654	0	0
GR2	EPMC	5 261	337 010	329 514	2 127
GR2	EPSIC	19 660	1 766 565	610 677	3 038
GR2	ERACOM	10 675	952 150	469 861	1 874
GR2	ETML	21 023	946 811	737 635	4 532
GR2	ETSC	1 974	115 525	59 309	182
GR2	ETVJ	4 613	356 749	314 302	1 414
GR2	Domaine de Grange-Verney	8 478	1 207 110	395 618	5 537
GR2	Domaine de Marcelin	14 003	1 064 799	517 655	10 888
GR2	Château de Carouge	3 022	382 707	56 662	1 543
GR2	COFOP	13 480	1 282 931	321 509	0
GR2	OPTI Centre	4 843	457 604	67 581	0
GR3	HEIG-VD	27 106	1 211 205	1 500 003	8 868
GR3	HEP	23 442	1 452 211	827 843	12 032
GR4	BAC Morges	3 547	334 815	156 263	774
GR4	BAC Yverdon	3 461	145 464	84 467	488
GR4	BAP	18 091	1 486 840	828 778	5 498
GR4	BOVERESSES 155	17 010	784 185	472 638	1 376
GR4	César-Roux 29-31	3 010	276 166	155 275	1 911



Groupe	Bâtiment	SRE m <sup>2</sup>	 Chaleur kWh	 Electricité kWh	 Eau m <sup>3</sup>
GR4	Site du Château cantonal	7 282	0	0	0
GR4	Château Grand'Air	1 309	84 831	7 491	82
GR4	Elysée 4	2 797	256 766	80 840	626
GR4	Ex-EFILM	4 602	472 081	185 787	474
GR4	Jardin Botanique	1 527	258 912	61 115	1 127
GR4	Maillefer 35	2 463	184 533	45 300	532
GR4	PC Gollion	8 102	649 731	138 271	1 298
GR4	DINF	10 480	571 602	341 396	1 750
GR4	César Roux 37	1 667	87 894	79 284	324
GR5	Arsenal de Morges	12 024	799 567	221 814	2 362
GR5	Tribunal cantonal de Lausanne	9 342	539 348	171 319	1 455
GR5	Tribunal d'arrondissement d'Yverdon	1 655	116 324	57 867	256
GR6	Centre Blécherette	37 668	4 861 805	2 717 700	33 671
GR6	SAN Aigle	1 210	261 287	67 295	435
GR6	SAN Lausanne	5 401	789 995	335 170	1 875
GR7	Bois Mermet	4 780	1 144 487	437 569	0
GR7	Domaine des EPO	26 201	6 000 500	2 297 439	0
GR7	La Croisée	9 686	1 500 881	839 991	36 958
GR7	La Tuilière	7 703	1 179 502	492 009	11 004
GR7	EDM Palézieux	3 817	371 391	298 608	0
GR7	Simplon 43	1 463	175 667	102 786	1 427

Le total par groupe (GR1-7) est présenté dans le tableau suivant pour l'année 2018 :

Groupe	Bâtiment	SRE m <sup>2</sup>	 Chaleur kWh	 Electricité kWh	 Eau m <sup>3</sup>
GR1 - Tous	Gymnases	167 349	10 209 493	3 919 431	58 488
GR2- Tous	Ecoles professionnelles	160 089	12 653 926	5 193 332	39 676
GR3- Tous	Hautes écoles	50 548	2 663 416	2 327 846	20 900
GR4- Tous	Bâtiments administratifs	85 348	5 593 820	2 636 905	16 260
GR5- Tous	Bâtiments judiciaires / militaires	23 021	1 455 239	451 000	4 073
GR6- Tous	Centres d'entretien / gendarmerie	44 279	5 913 087	3 120 165	35 981
GR7- Tous	Etablissements pénitentiaires	53 650	10 372 428	4 468 402	49 389
GR1-7- Tous	<b>TOTAL</b>	584 283	48 861 409	22 117 081	224 767

#### 4.1. Nouveaux bâtiments

- Gymnase de Renens

#### 4.2. Extension de bâtiments

- Université 5 : surélévation d'un étage, inauguration en 2017. Un suivi énergétique est en cours avec l'EPFL qui est l'auteur du concept architectural de la surélévation.
- HEIG VD : ajout d'une salle de conférence en toiture

#### 4.3. Assainissements

- Château cantonal : assaini, inauguration en 2017. Une optimisation énergétique est en cours

#### 4.4. Optimisations majeures

Des audits énergétiques en vue d'une optimisation ont été réalisés sur les sites suivants :

- Service des Automobiles et de la Navigation de Lausanne.
- Site de Grange Verney
- Prison du Bois-Mermet
- Gymnase d'Yverdon
- Gymnase Auguste Piccard

Les actions de performance énergétique proposées seront mises en œuvre dès 2019 par des mandataires spécialisés sauf pour la prison du Bois-Mermet. Dans ce cas les résultats de l'audit seront intégrés dans des études plus larges d'assainissement du bâtiment.

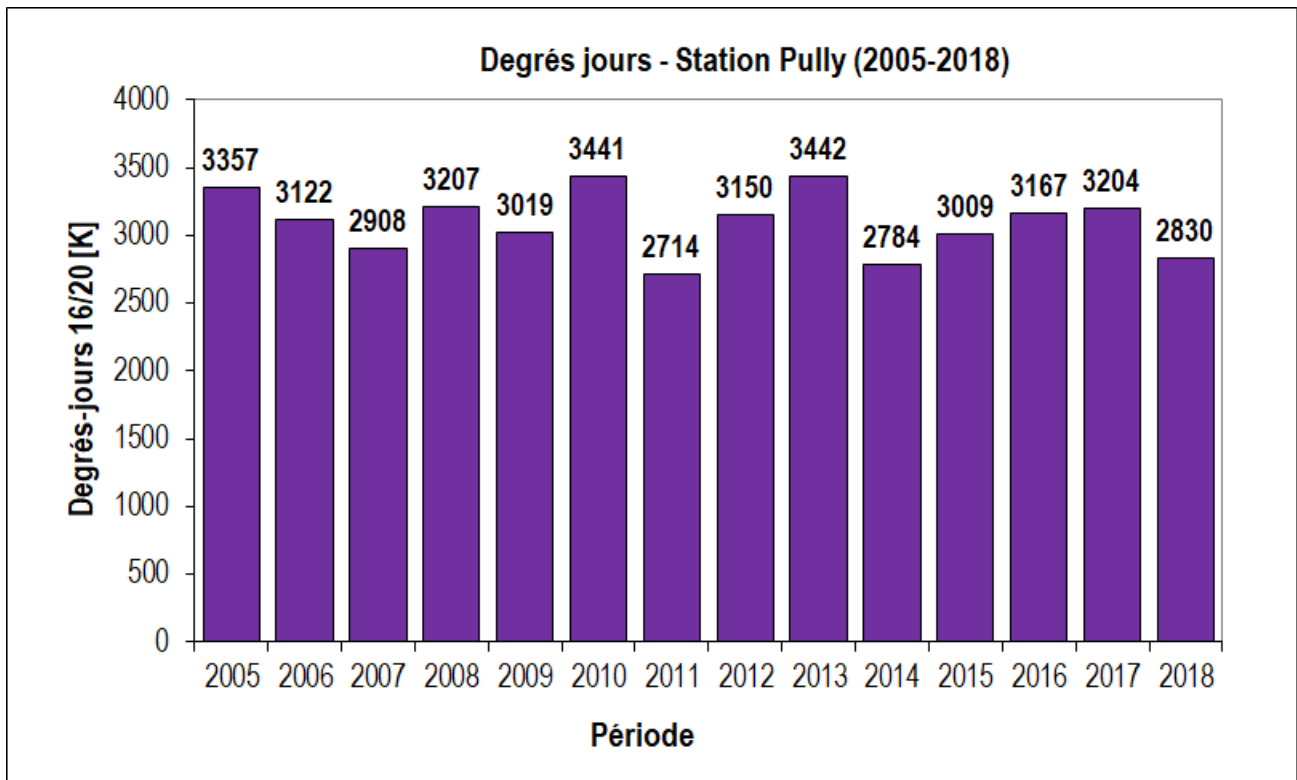
## **5. Evolution des consommations d'énergie**

### **5.1. Chaleur**

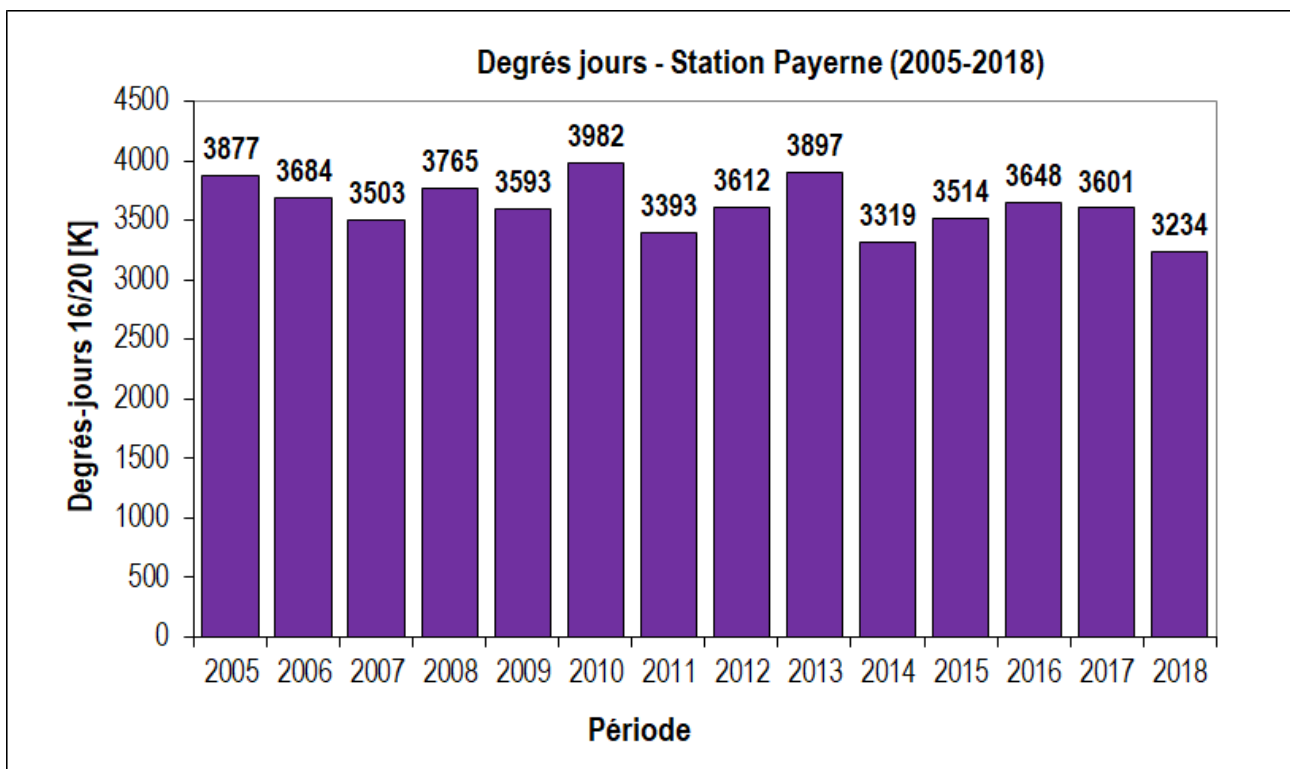
Les consommations de chaleur seront étudiées dans cette partie du rapport. Les données de consommation de chaleur ont été corrigées avec une correction climatique (degrés-jours). Les degrés jours ont été calculés sur une base 16/20 à partir des données de MétéoSuisse pour les stations suivantes (sur la même base que les rapports précédents) :

- Pully
- Payerne
- La Fretaz

Ce graphique présente l'évolution des degrés jours pour la station de Pully de 2005 à 2018.

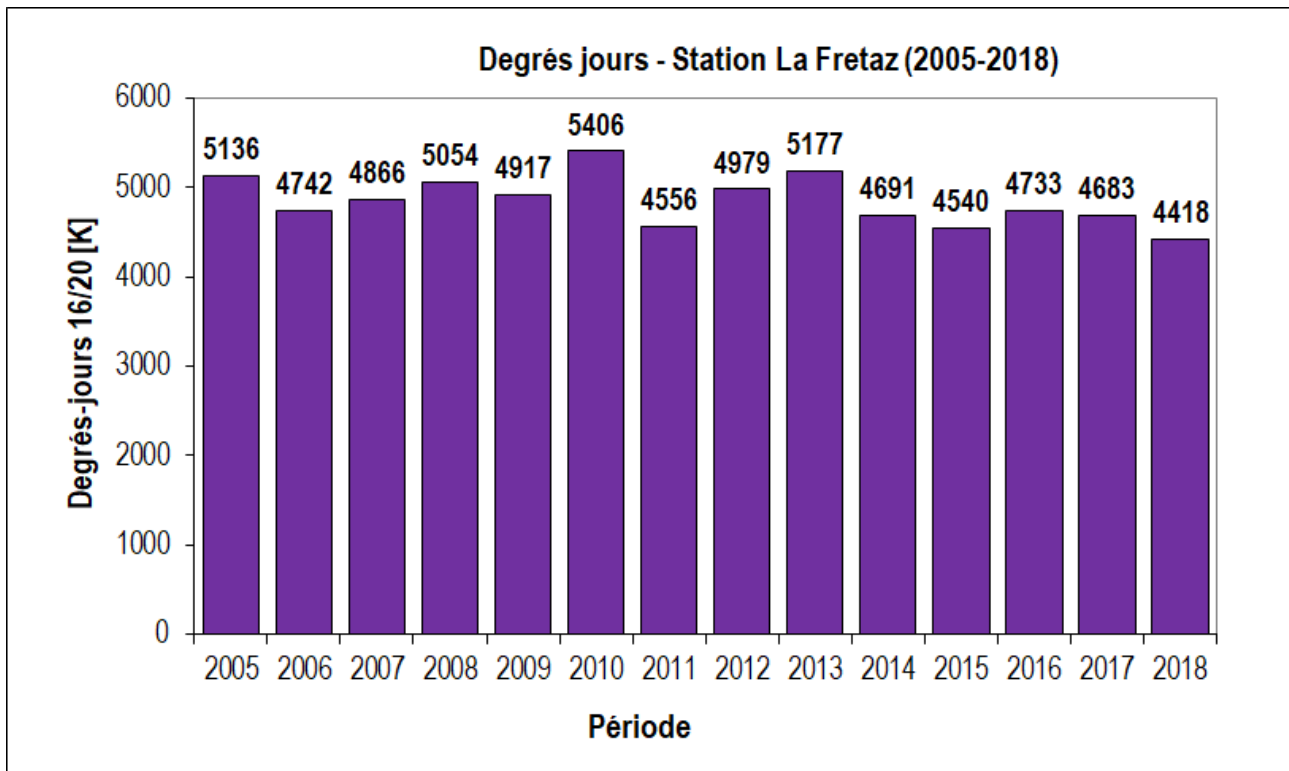


Ce graphique présente l'évolution des degrés jours pour la station de Payerne de 2005 à 2018.



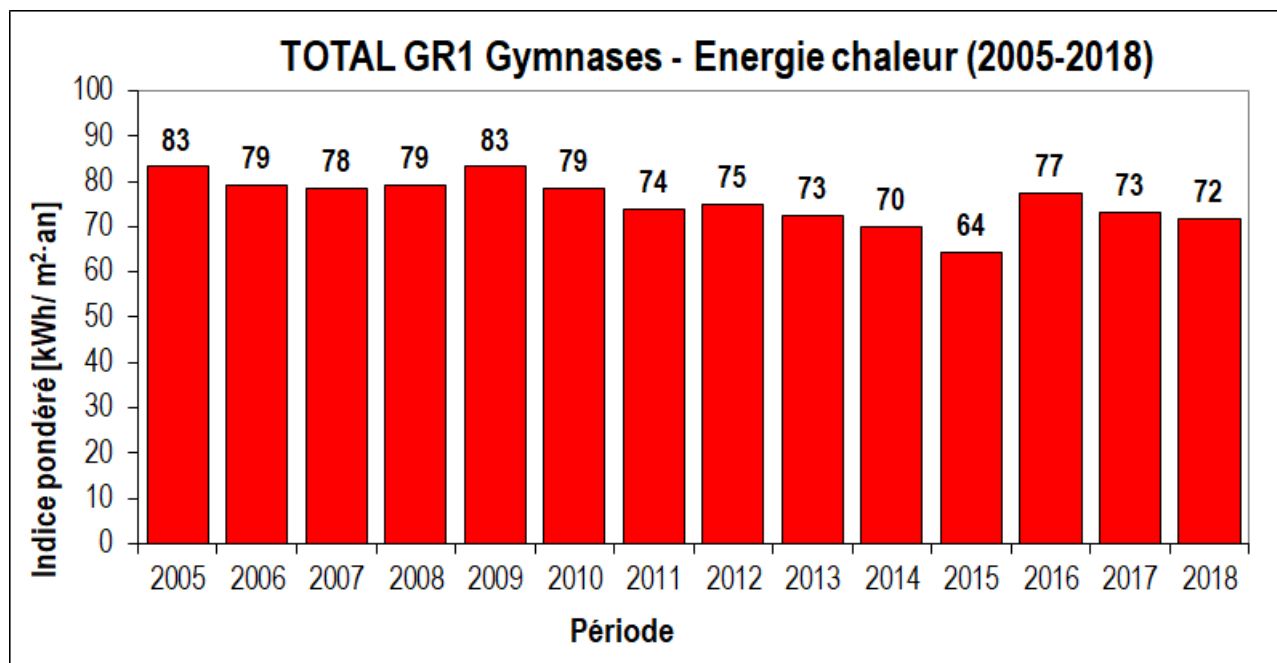


Ce graphique présente l'évolution des degrés jours pour la station de la Fretaz de 2005 à 2018.

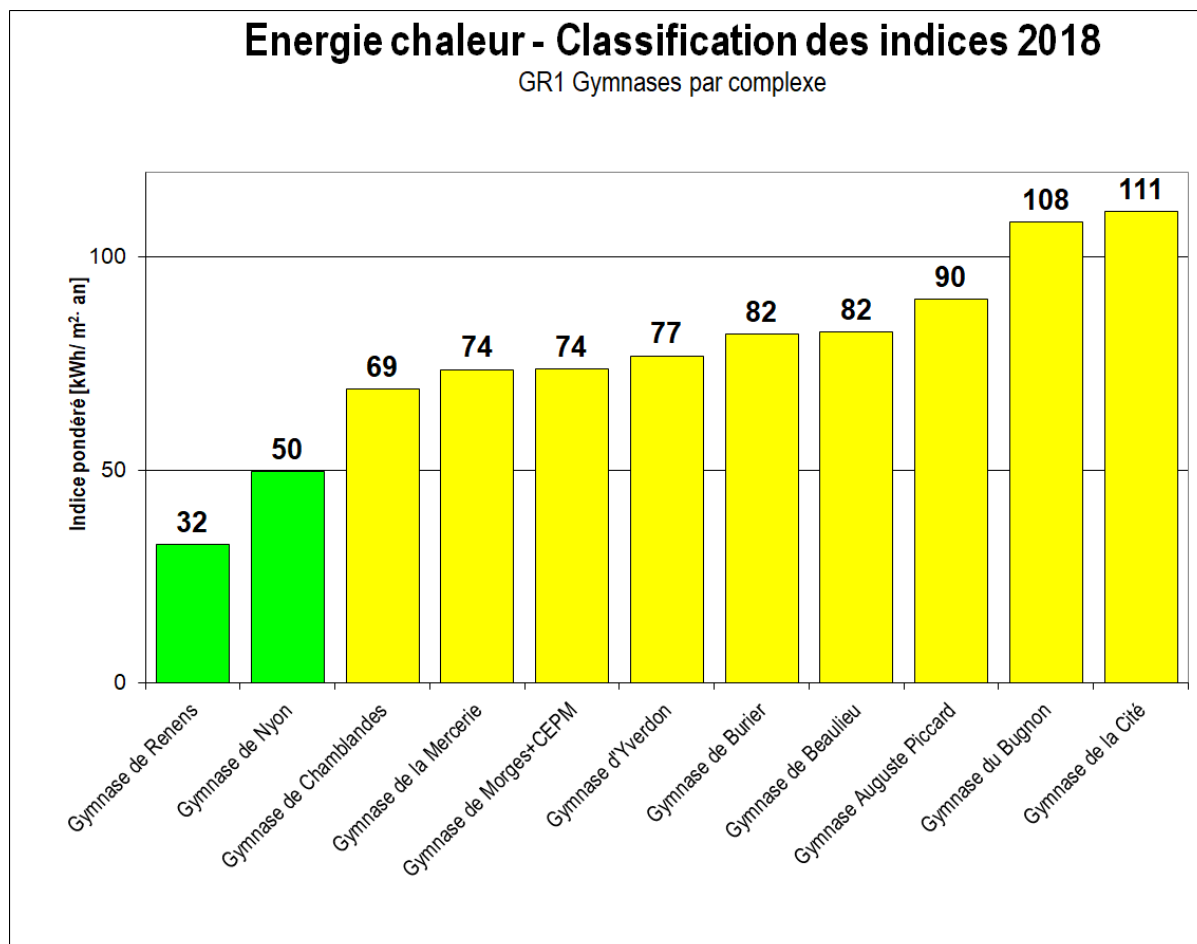


### 5.1.1. GR1 - Gymnases

Tous les bâtiments ont des données saisies et cohérentes pour l'année 2018. Le gymnase de Renens a été ajouté cette année. La tendance de l'indice pondéré est à la baisse entre 2017 et 2018 (-5.6 %).



Le graphique suivant présente les indices par bâtiment :

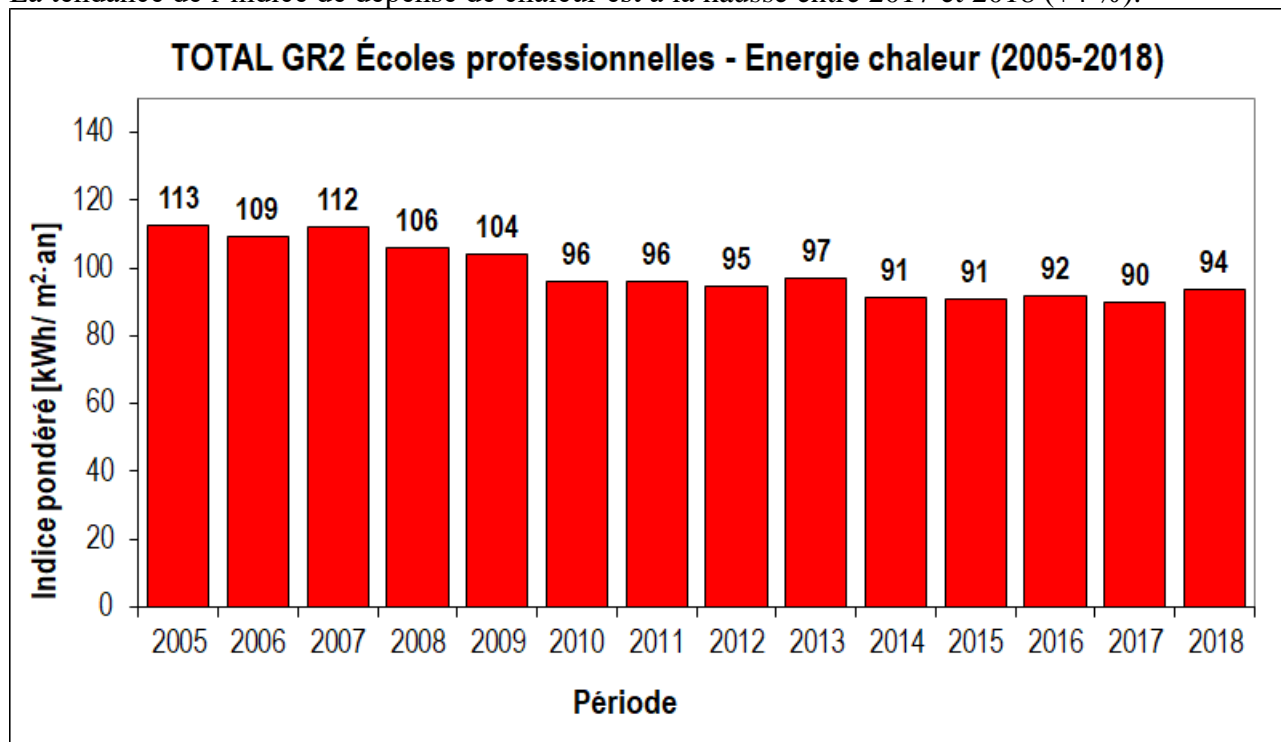


**Commentaires :**

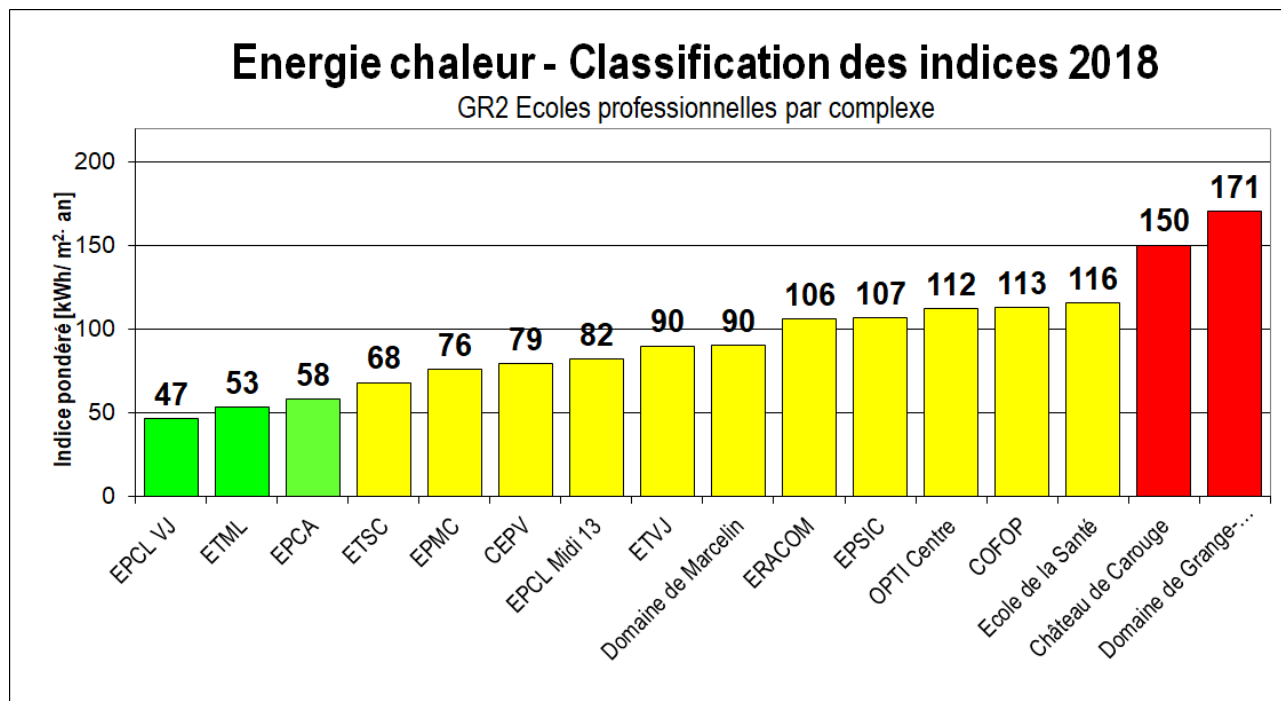
- **Beaucoup de bâtiment ont une consommation à la hausse**
- *Gymnase de Renens* : ajouté cette année, indice de dépense de chaleur le plus bas du groupe
- *Gymnase de la cité* : dérive de consommation durant l'été, vérifier la mise à l'arrêt de l'installation de chauffage durant l'été 2019
- *Gymnase du Bugnon* : augmentation de la consommation de chaleur
- *Gymnase de Chamblandes* : forte dérive de la consommation de chaleur (fréquence et qualité des relevés très faible, à consolider car départ à la retraite du concierge)

### 5.1.2. GR2 – Écoles professionnelles

La tendance de l'indice de dépense de chaleur est à la hausse entre 2017 et 2018 (+4 %).



Le graphique suivant présente les indices par bâtiment.



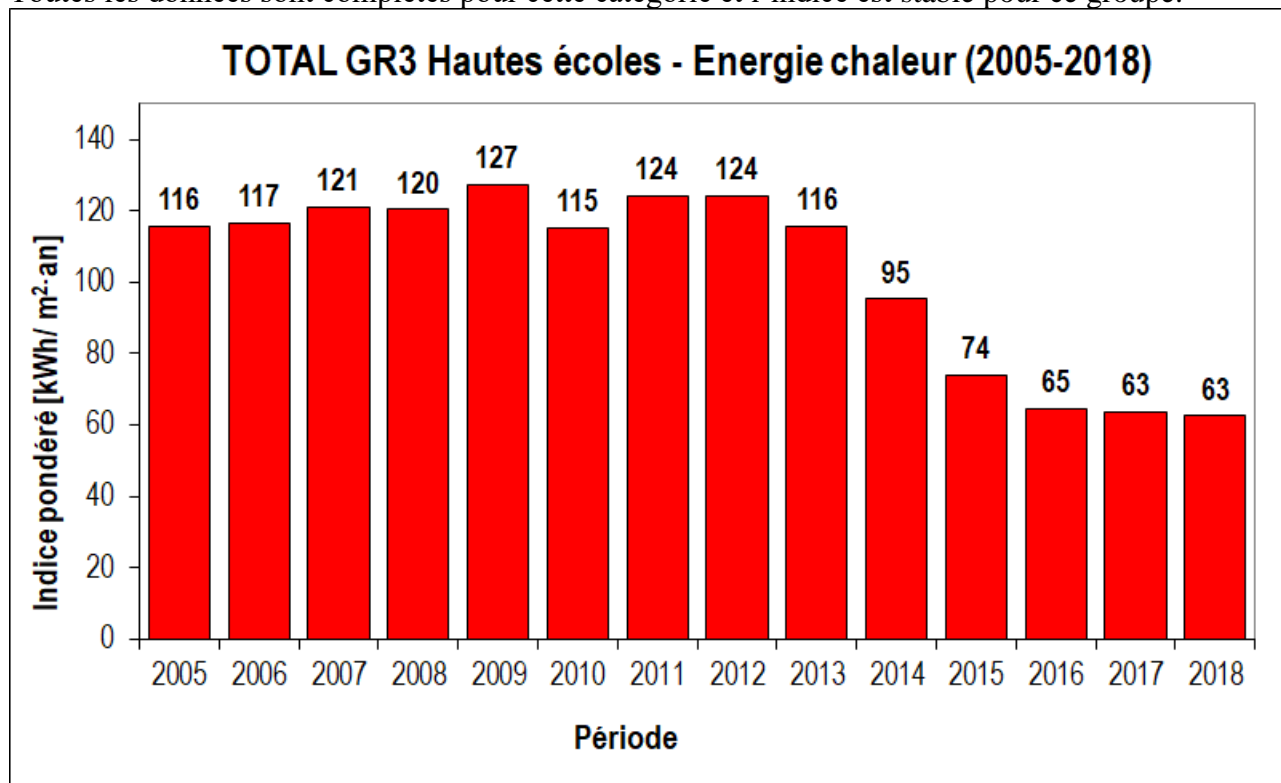
**Commentaires :**

- *CEPV* : forte baisse de chaleur dès octobre 2018, données à vérifier car relevés peu fréquents
- *César-Roux 2*, *ESSANTE*, *EPCA*, *EPSIC*, *ERACOM*, *Granges-Verney* : hausses de la consommation de chaleur à surveiller

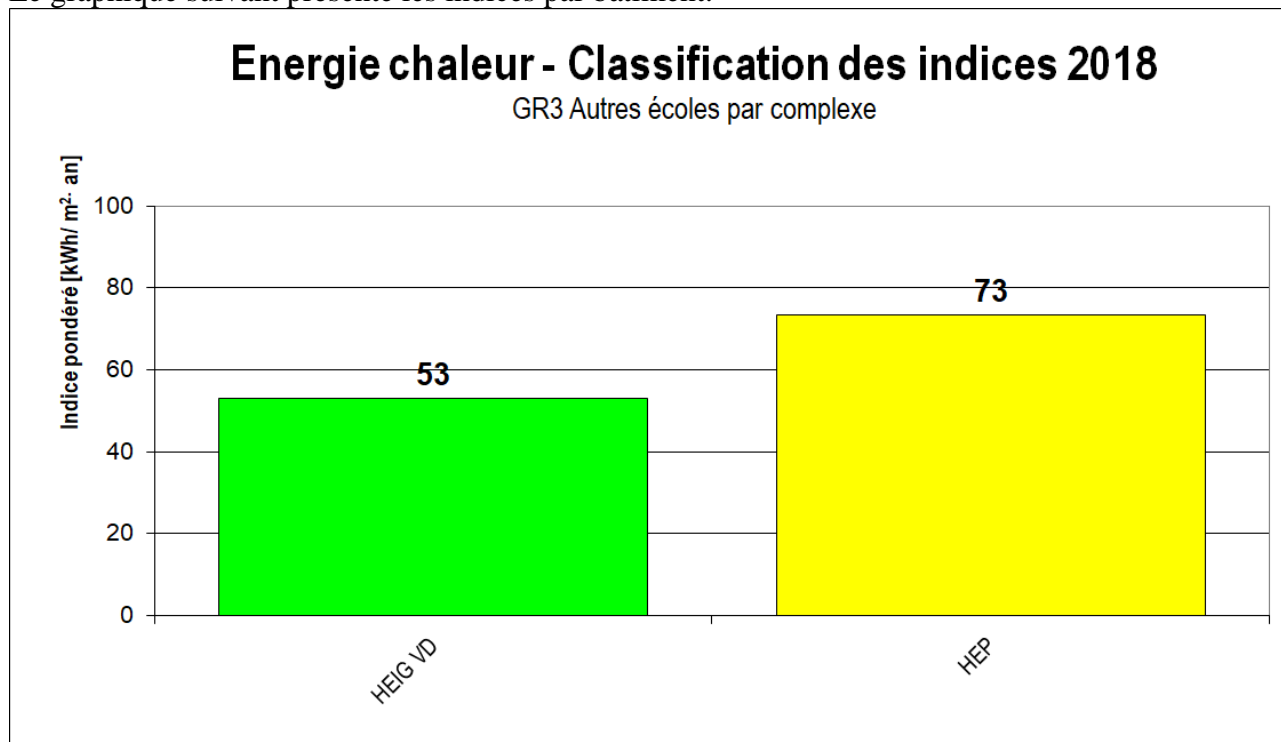


### 5.1.3. GR3 – Hautes écoles

Toutes les données sont complètes pour cette catégorie et l'indice est stable pour ce groupe.



Le graphique suivant présente les indices par bâtiment.



#### Commentaires :

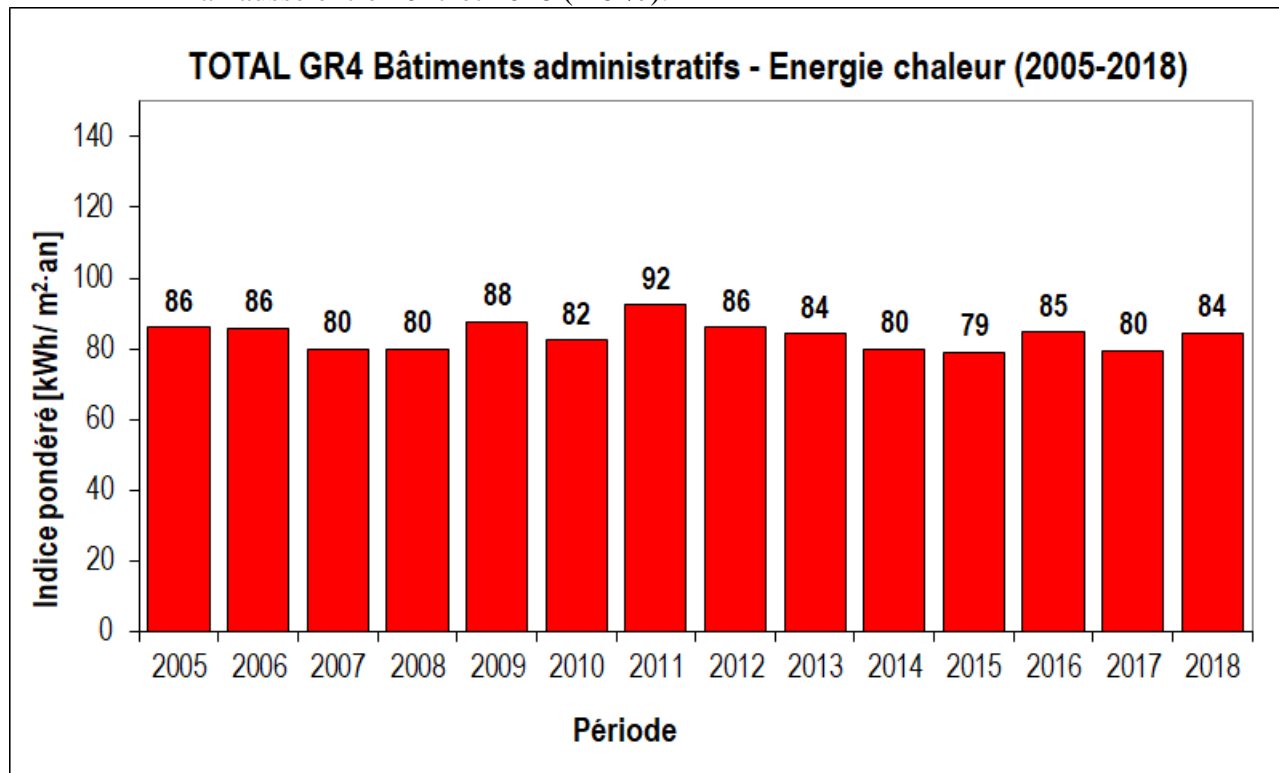
- HEP : Baisse de 1 % de la consommation de chaleur
- HEIG-VD : Baisse de 3 % de la consommation de chaleur
- HESAV : Sera ajouté dans le rapport de l'année prochaine

### 5.1.4. GR4 – Bâtiments administratifs

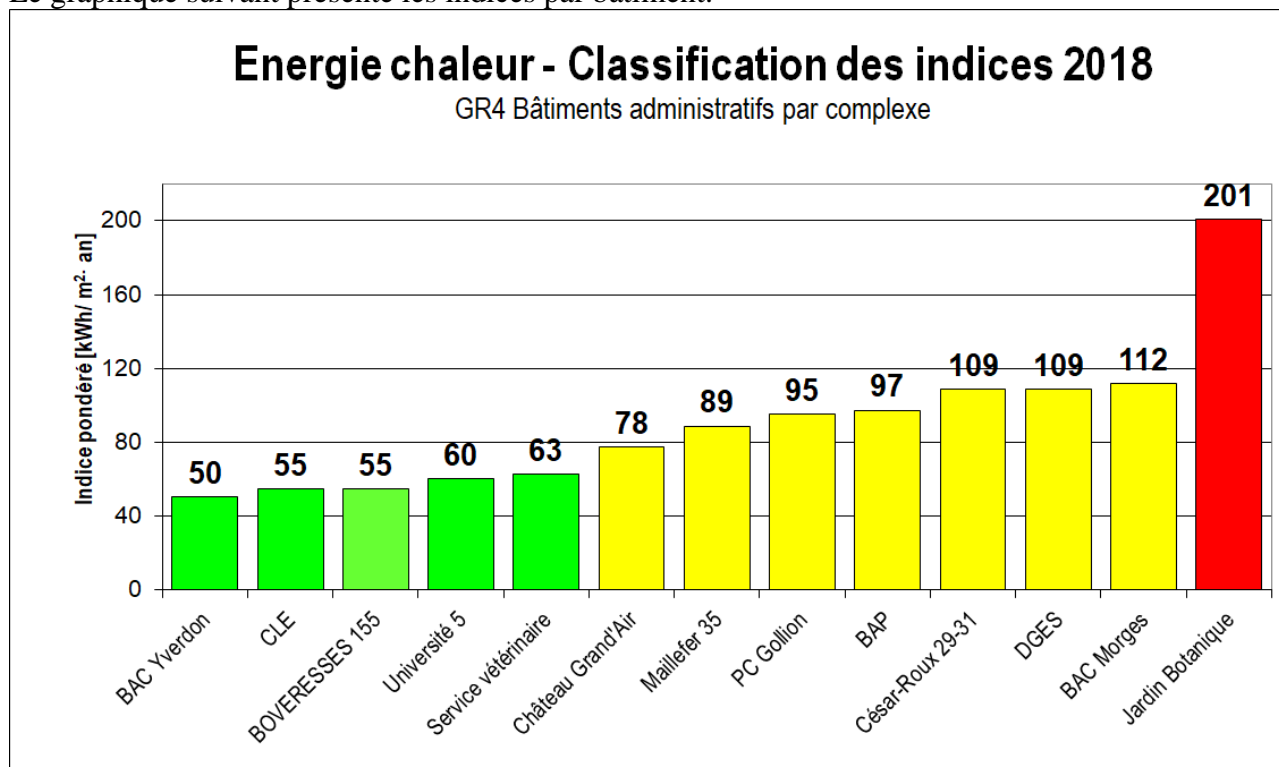
Les bâtiments suivants ont des données manquantes au moment de la rédaction du rapport :

- *Château cantonal* : travaux durant l'année 2017, données exclues du rapport car incomplètes pour 2018 (problèmes de comptage)

L'indice est à la hausse entre 2017 et 2018 (+ 6 %).



Le graphique suivant présente les indices par bâtiment.

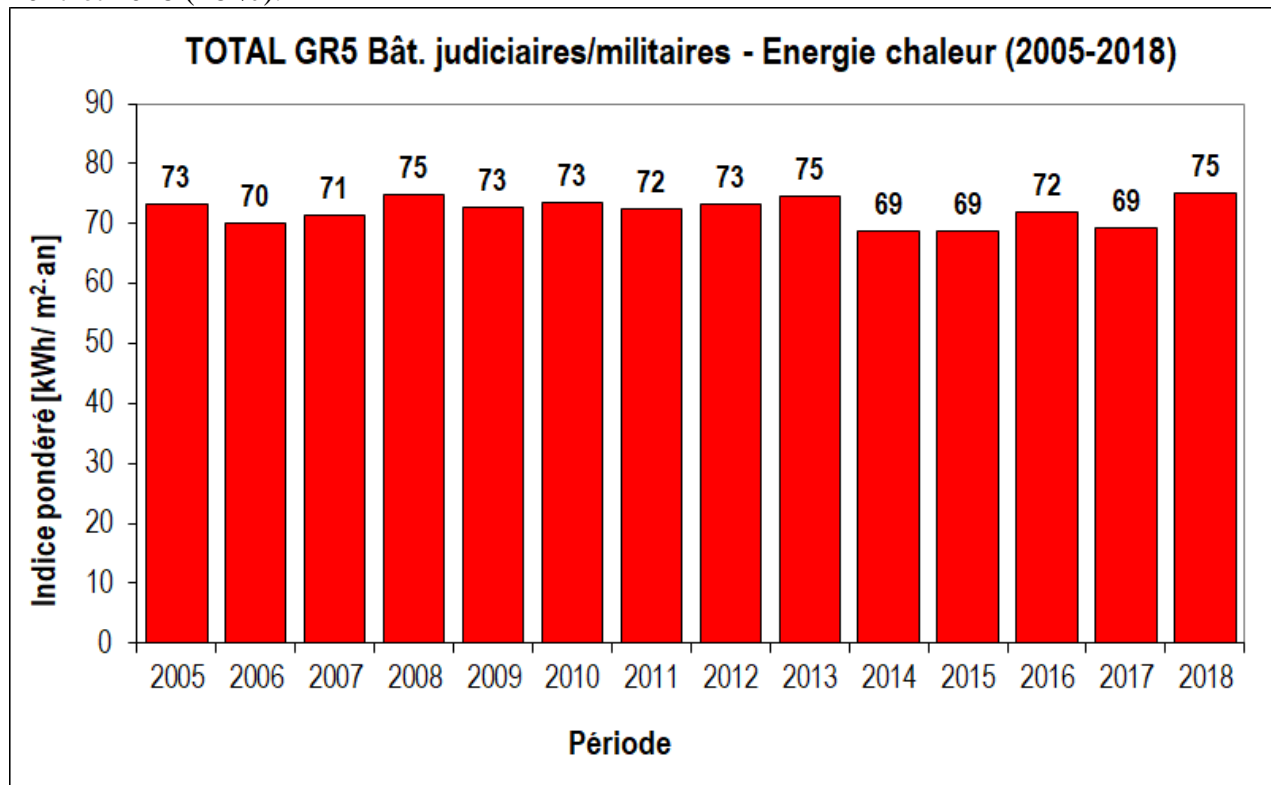


**Commentaires :**

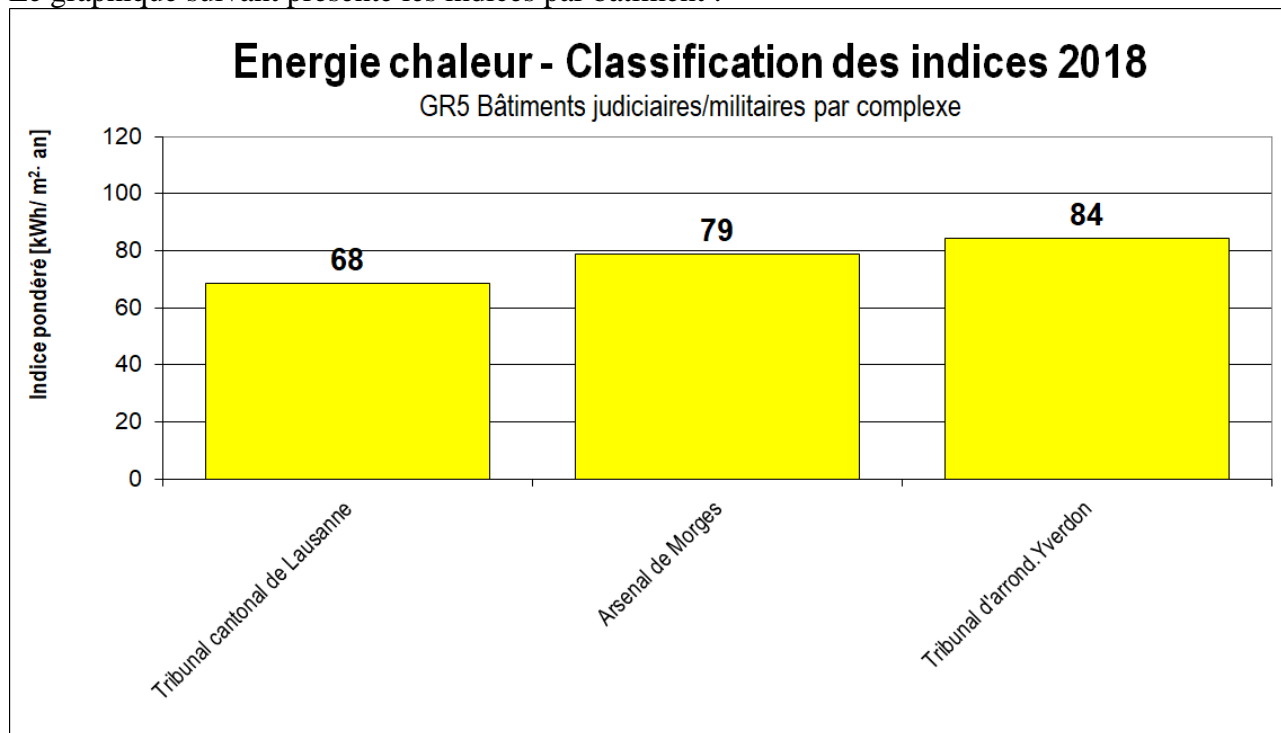
- *BAC Yverdon* : augmentation de 27 % de la consommation de chaleur, à surveiller
- *Jardin Botanique* : augmentation de 34 %, à expliquer. Attention, les relevés sont peu fréquents et ne permettent pas une détection rapide des dérives
- *PC Gollion* : augmentation de 10 %, à surveiller

### 5.1.5. GR5 – Bâtiments judiciaires/militaires

Toutes les données ont été saisies sur la plateforme et sont cohérentes. L'indice a augmenté entre 2017 et 2018 (+8 %).



Le graphique suivant présente les indices par bâtiment :



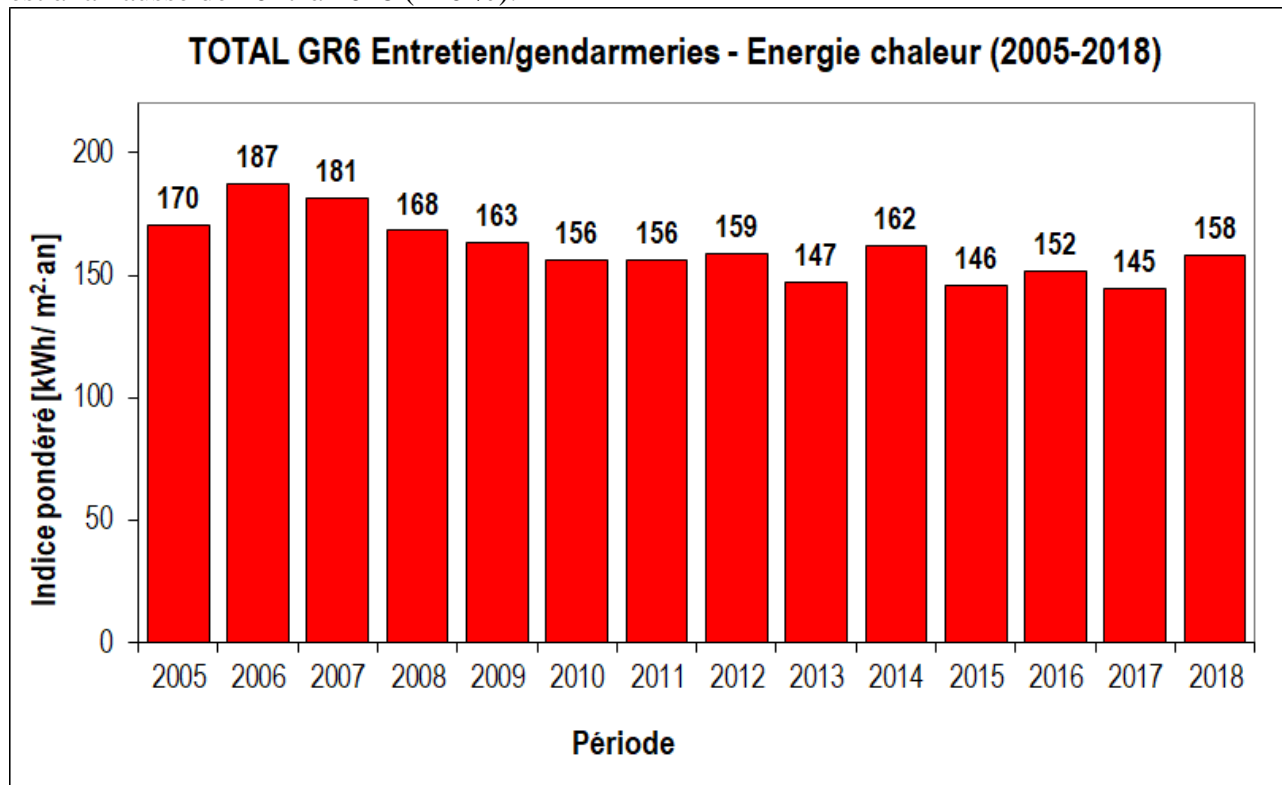
**Commentaires :**

- *Arsenal de Morges* : hausse de la consommation de chaleur (+ 7%)
- *Tribunal cantonal de Lausanne*: hausse de la consommation de chaleur (+13 %)

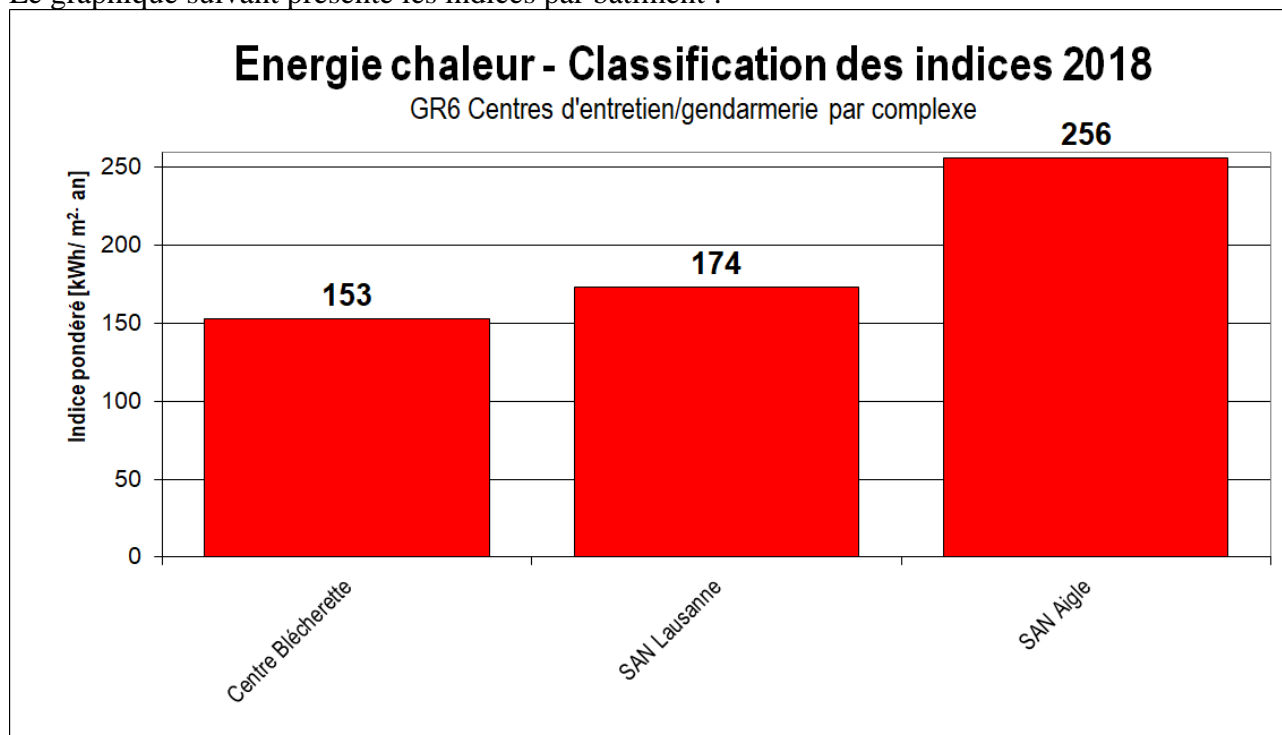


### 5.1.6. GR6 – Centres d’entretien / gendarmerie

Toutes les données ont été saisies sur la plateforme et sont cohérentes. L’indice de dépense de chaleur est à la hausse de 2017 à 2018 (+10 %).



Le graphique suivant présente les indices par bâtiment :



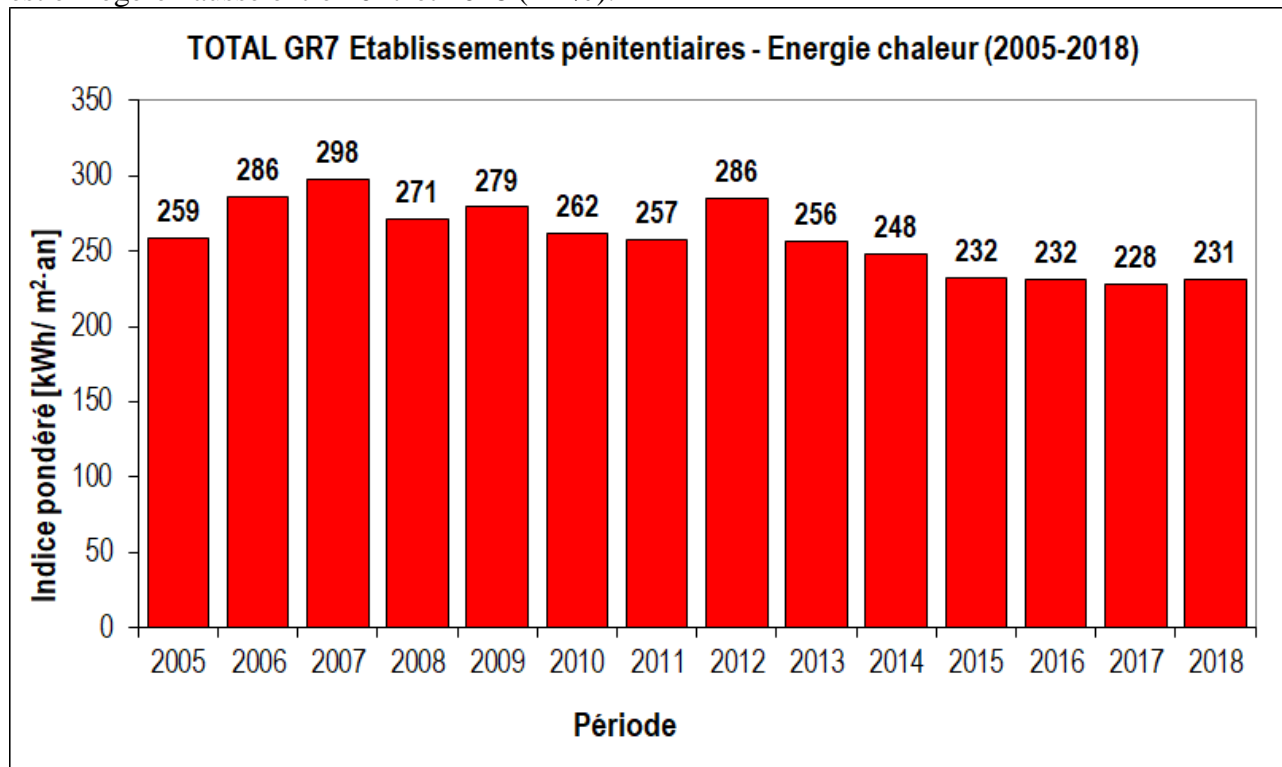
#### Commentaires :

- *SAN Aigle* : données à vérifier car saisies pas régulières, dérive de 41 % de la consommation
- *SAN Lausanne* : Légère augmentation de consommation de chaleur (+ 5%). Optimisation en 2019, des effets positifs devraient être constatés l’année prochaine

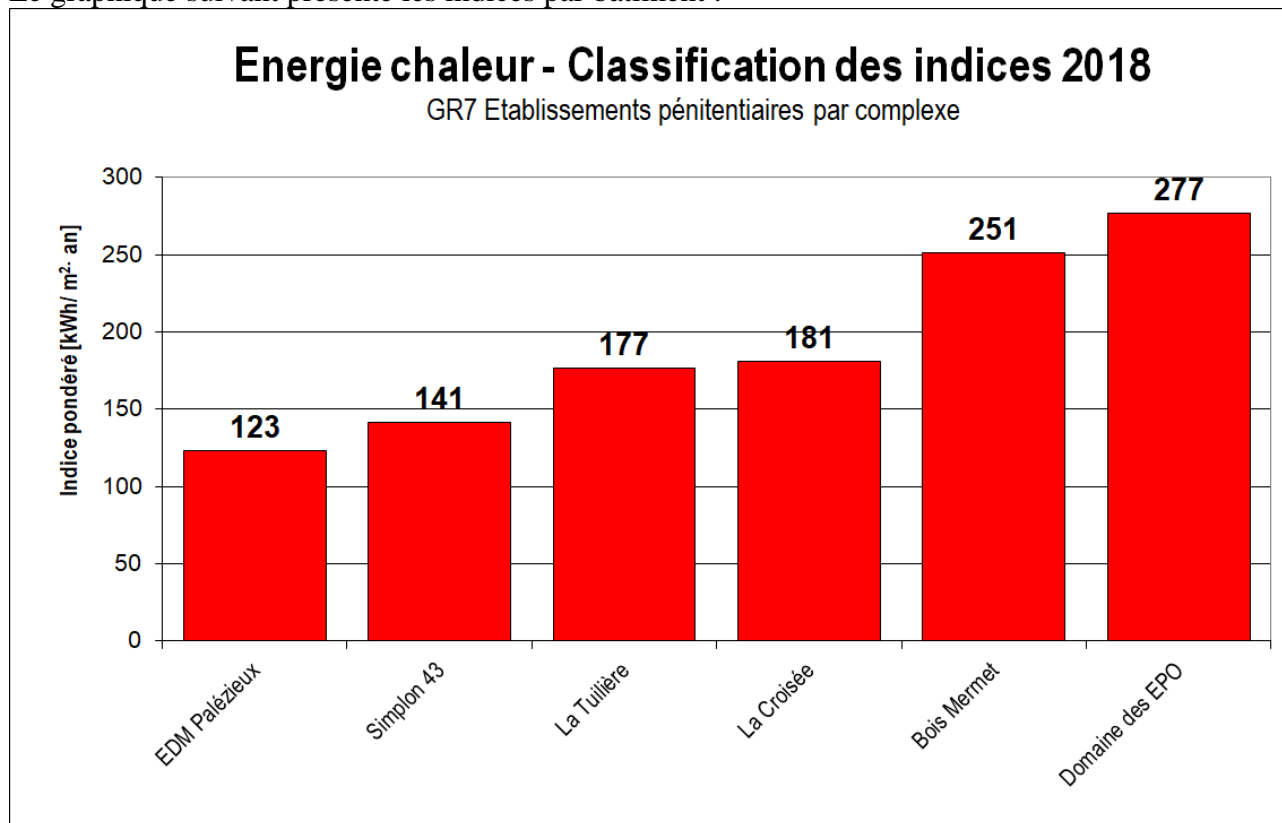
- *Centre Blécherette* : Augmentation de la consommation de chaleur (+ 9 %). Optimisation en 2019, des effets positifs devraient être constatés l'année prochaine

### 5.1.7. GR7 – Établissements pénitentiaires

Toutes les données ont été saisies sur la plateforme et sont cohérentes. L'indice de dépense de chaleur est en légère hausse entre 2017 et 2018 (+1 %).



Le graphique suivant présente les indices par bâtiment :



**Commentaires :**

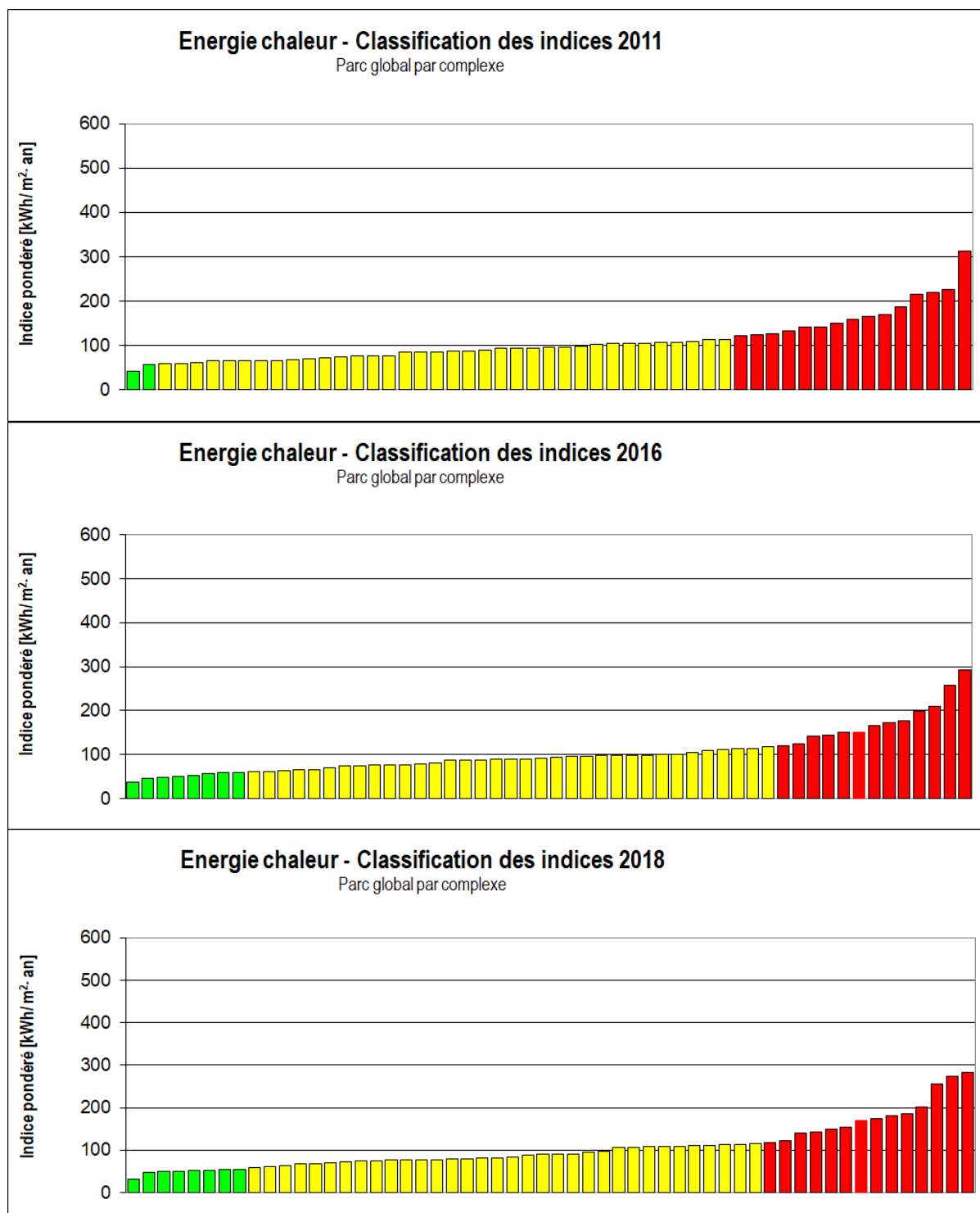
- *La Tuilière* : légère augmentation de consommation de chaleur. Il y a eu des plaintes de confort durant l'année.
- Le site des *E.P.O* n'avait pas de données disponibles pour la chaleur, une valeur de consommation a été calculée pour maintenir l'indice de l'an dernier (pour ne pas péjorer l'indice global). Une télérelève est mise en place dans le cadre de l'assainissement des infrastructures et sera opérationnelle courant 2019. Les données de consommations sont cependant déjà enregistrées sur la supervision depuis le début de l'année 2019 ([Lien vers la plaquette de réalisation](#)).
- *EDM Palézieux*: données obtenues par le fournisseur de gaz et du SPEN pour les pellets. Une télérelève est en train d'être mise en place et donnera des valeurs précises pour 2019.

### 5.1.8. Global

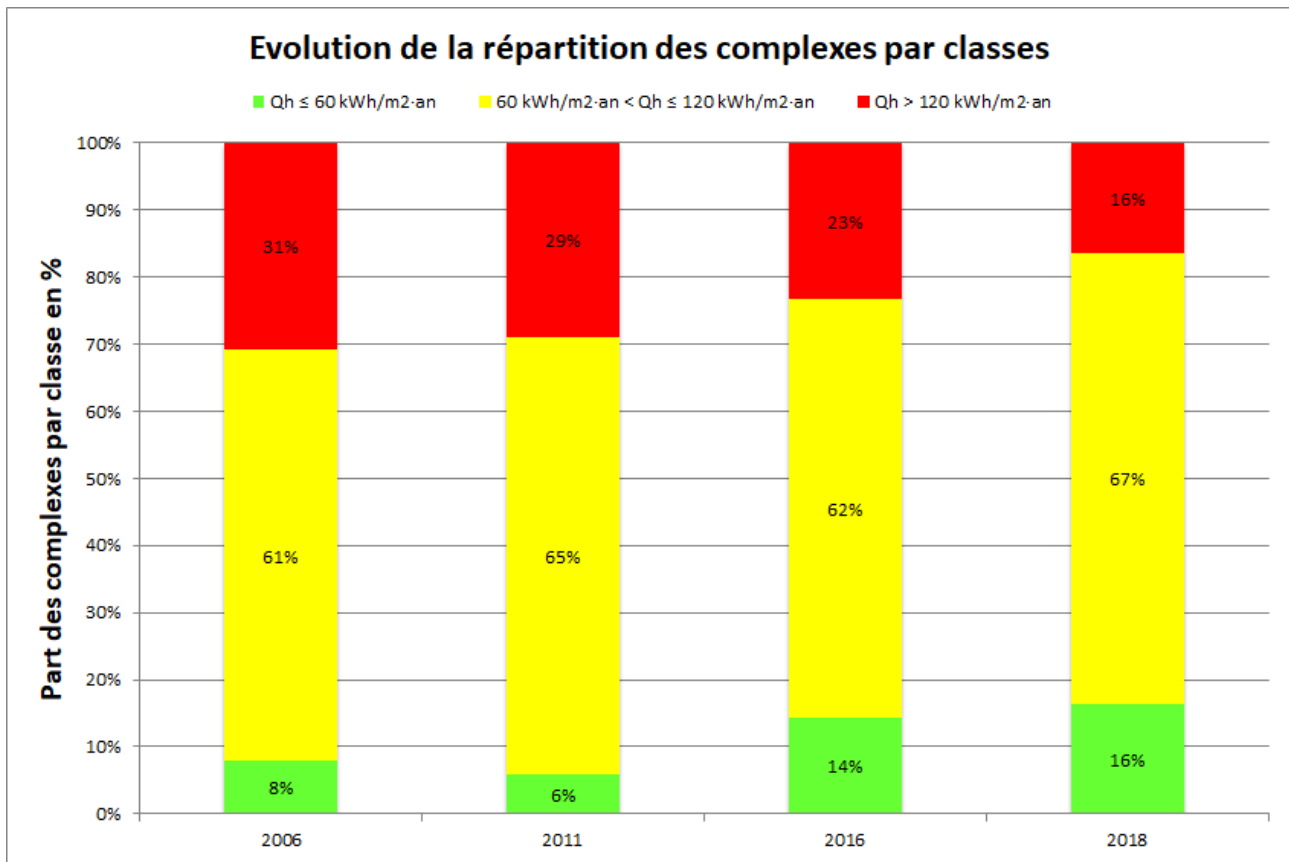
Les indices ont été représentés pour tous les groupes confondus dans les graphiques suivants pour les années 2011, 2016 et 2018. Les couleurs correspondent aux différentes classes de l'étiquette énergie.

- Classe 1  $Q_h \leq 60 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{an}$
- Classe 2  $60 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{an} < Q_h \leq 120 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{an}$
- Classe 3  $Q_h \leq 120 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{an}$

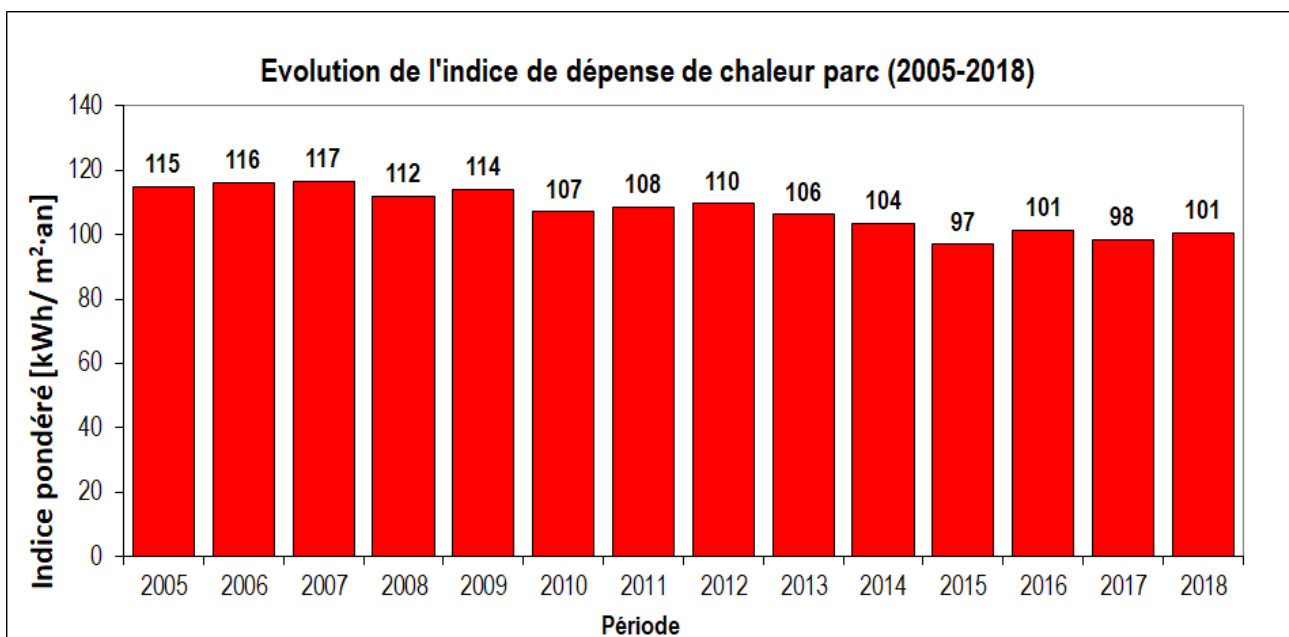
Les limites de ces classes sont présentées ci-dessus. De plus en plus de bâtiments se trouvent dans la classe 1 et moins de bâtiments dans la classe 3, ce qui démontre les efforts entrepris par le DGIP pour la bonne gestion de leurs bâtiments et installations.



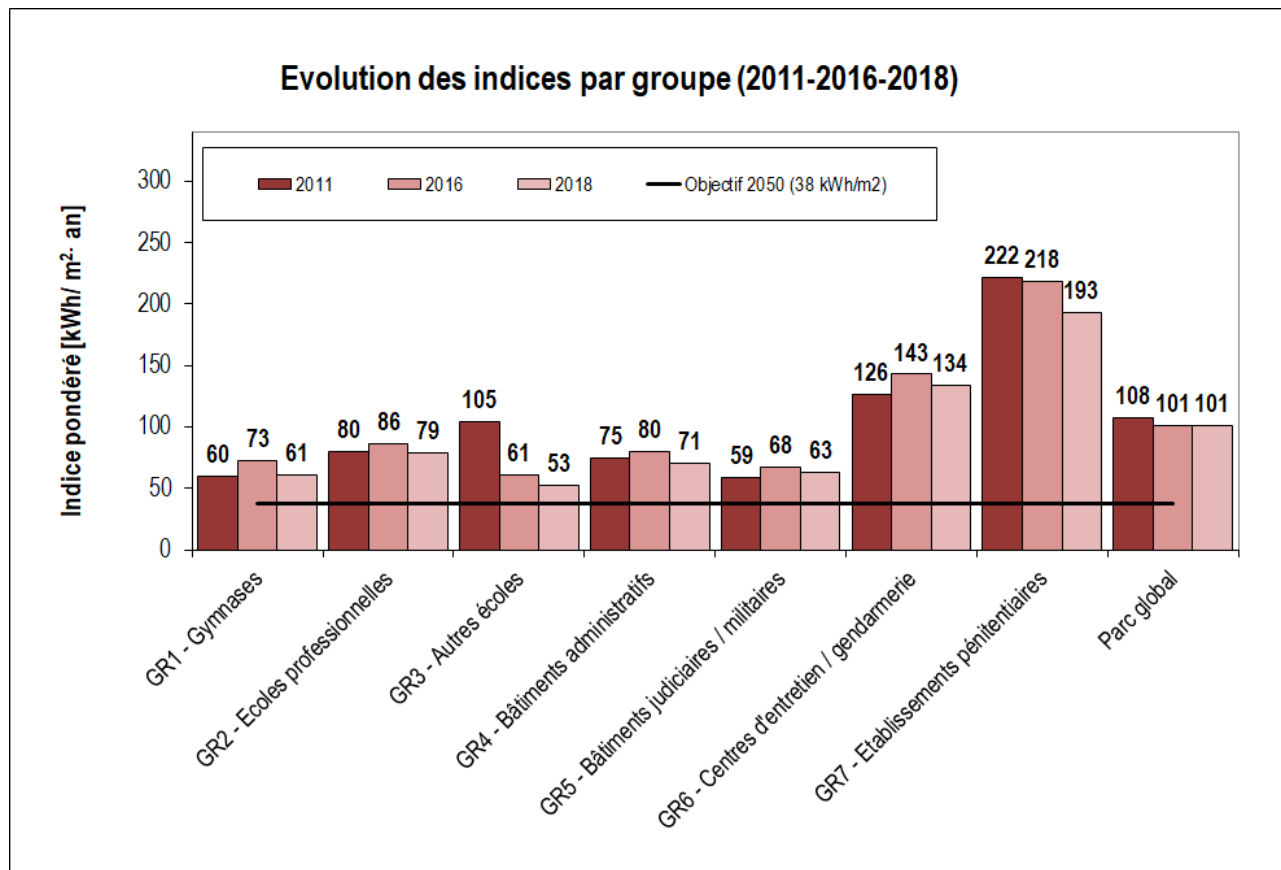
Le graphique suivant résume l'évolution de la part des bâtiments dans chaque classe. Il y a une nette tendance à l'augmentation du nombre de bâtiment dans la classe 1 et réjouissant et nette diminution de la classe 3 qui est la plus mauvaise en termes d'impact environnemental.



L'indice global du parc est en légère hausse entre 2017 et 2018. **L'année 2018 n'a pas été très favorable pour l'efficacité énergétique des bâtiments (périodes chaud-froid). Energo a pu constater ce phénomène à large échelle sur son parc en suivi.**



Ce graphique présente l'évolution des indices pour chaque groupe de bâtiment avec l'objectif 2050 de consommation (38 kWh/m<sup>2</sup>). L'indice global connaît une baisse nette entre 2011 et 2018.



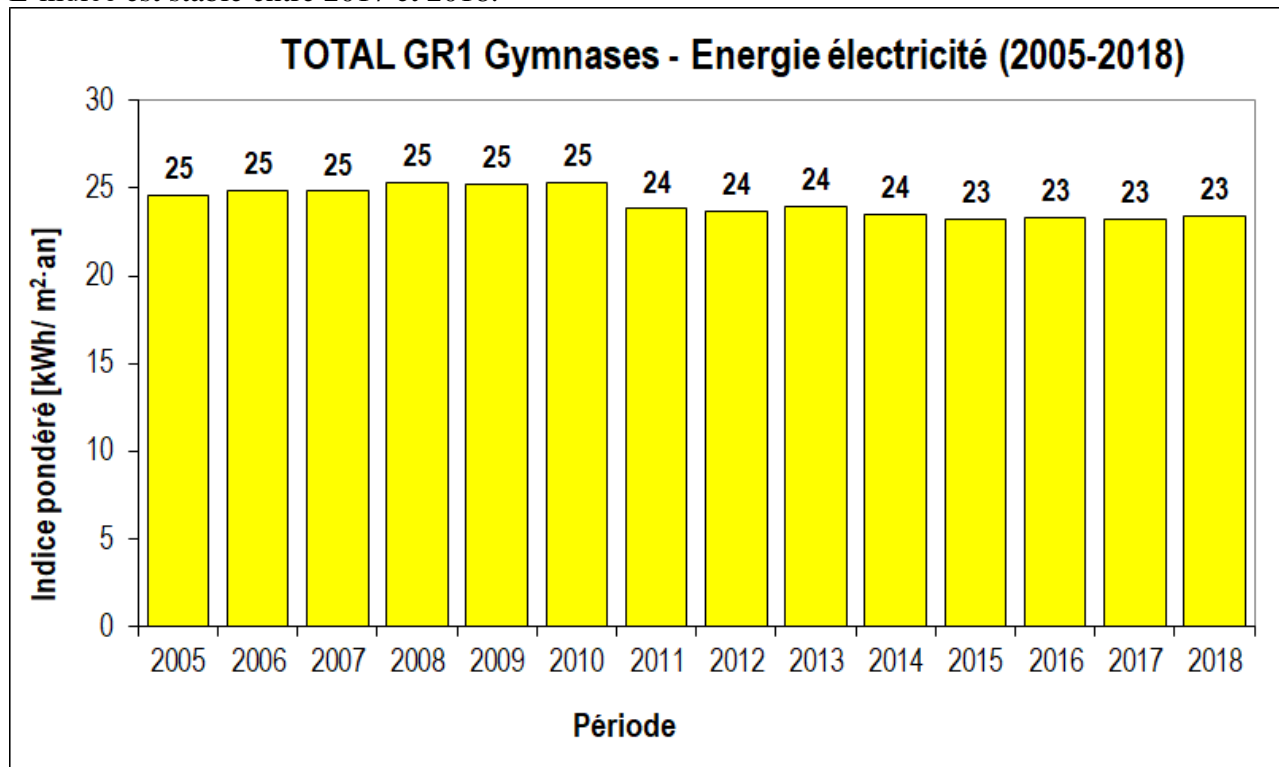


## 5.2. Electricité

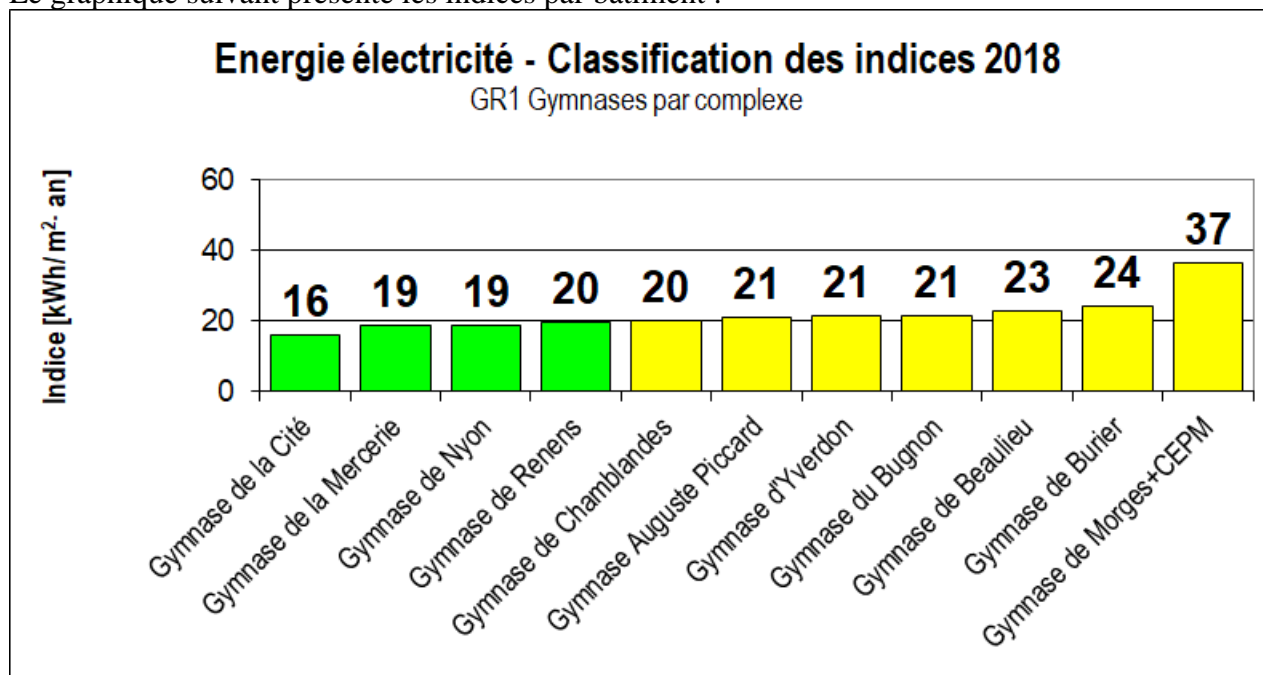
Les consommations électriques seront étudiées dans cette partie du rapport.

### 5.2.1. GR1 – Gymnases

L'indice est stable entre 2017 et 2018.



Le graphique suivant présente les indices par bâtiment :

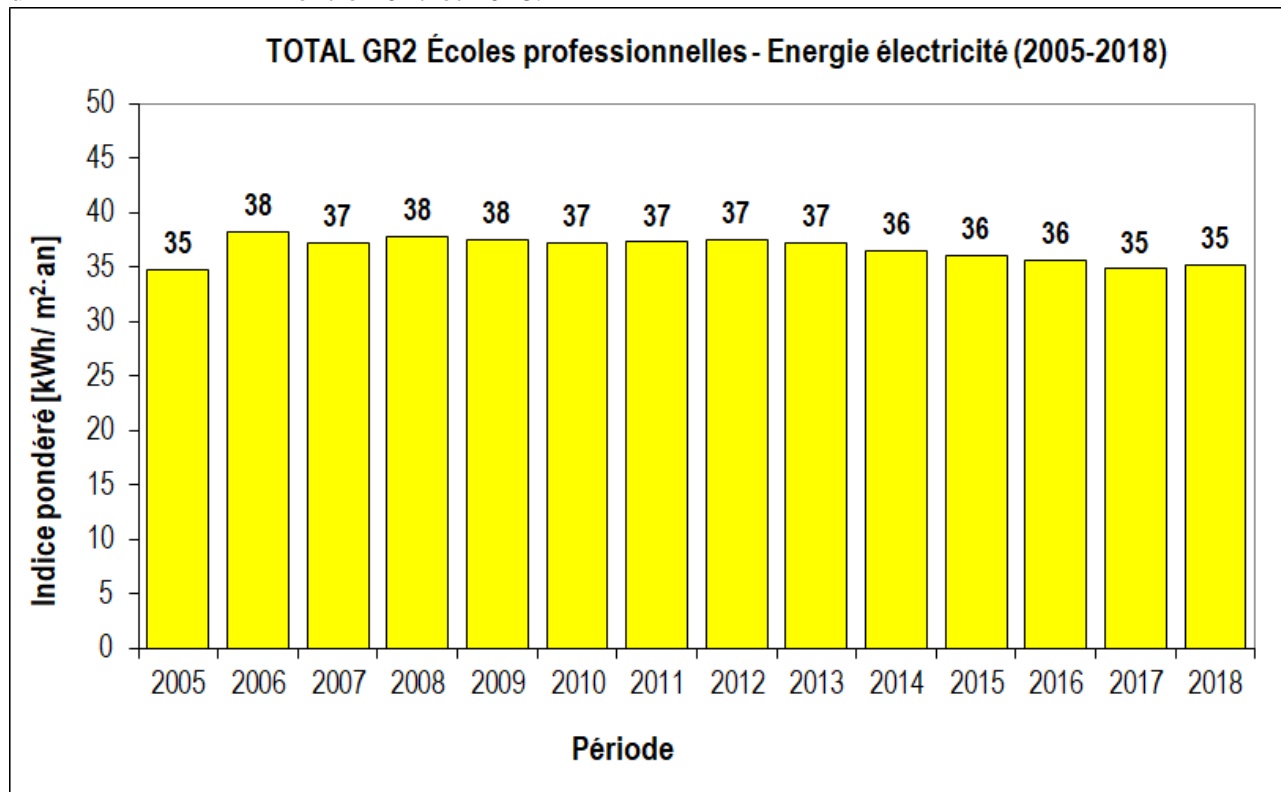


#### Commentaires :

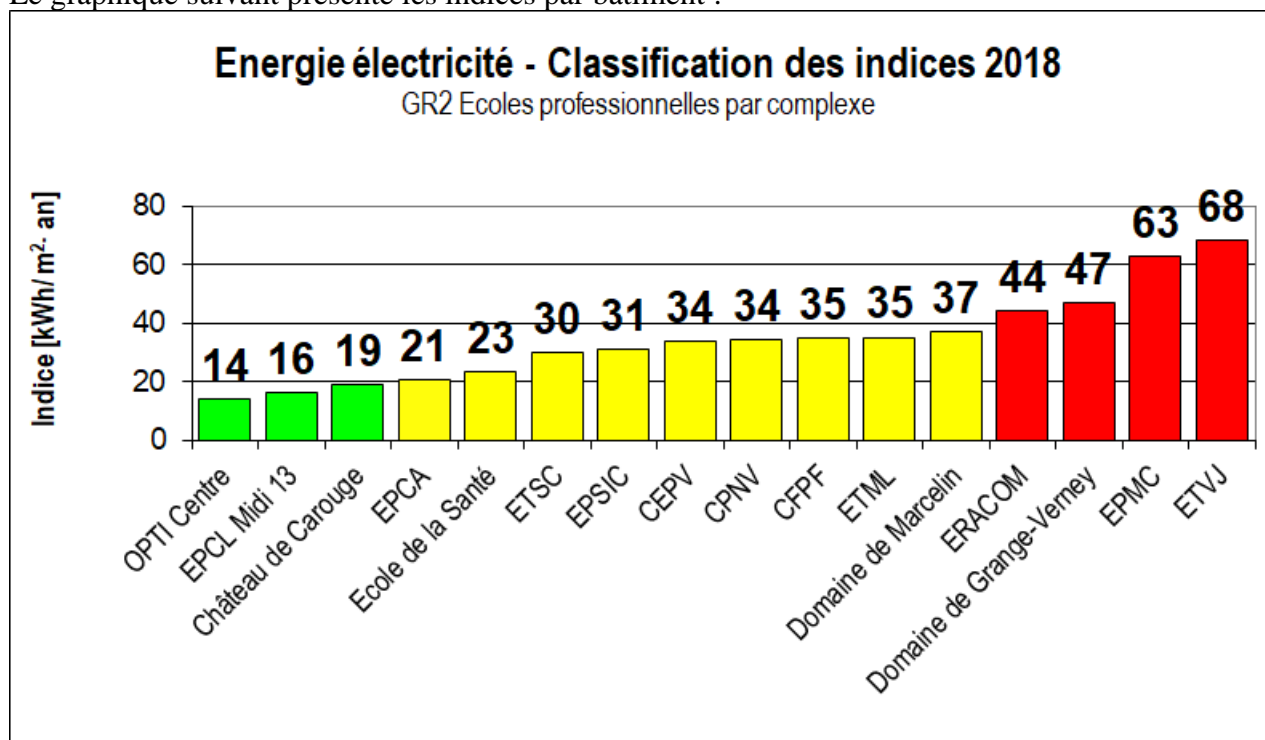
- *Gymnase de Nyon* : légère hausse (4 %)
- *Gymnase de la Cité* : légère hausse (4 %)
- *Gymnase de Renens* : données ajoutées cette année, augmentation de 14 % de 2017 à 2018

### 5.2.2. GR2 - Ecoles professionnelles

Toutes les données sont complètes au moment de l'établissement du rapport. L'indice de dépense d'électricité est stable entre 2017 et 2018.



Le graphique suivant présente les indices par bâtiment :

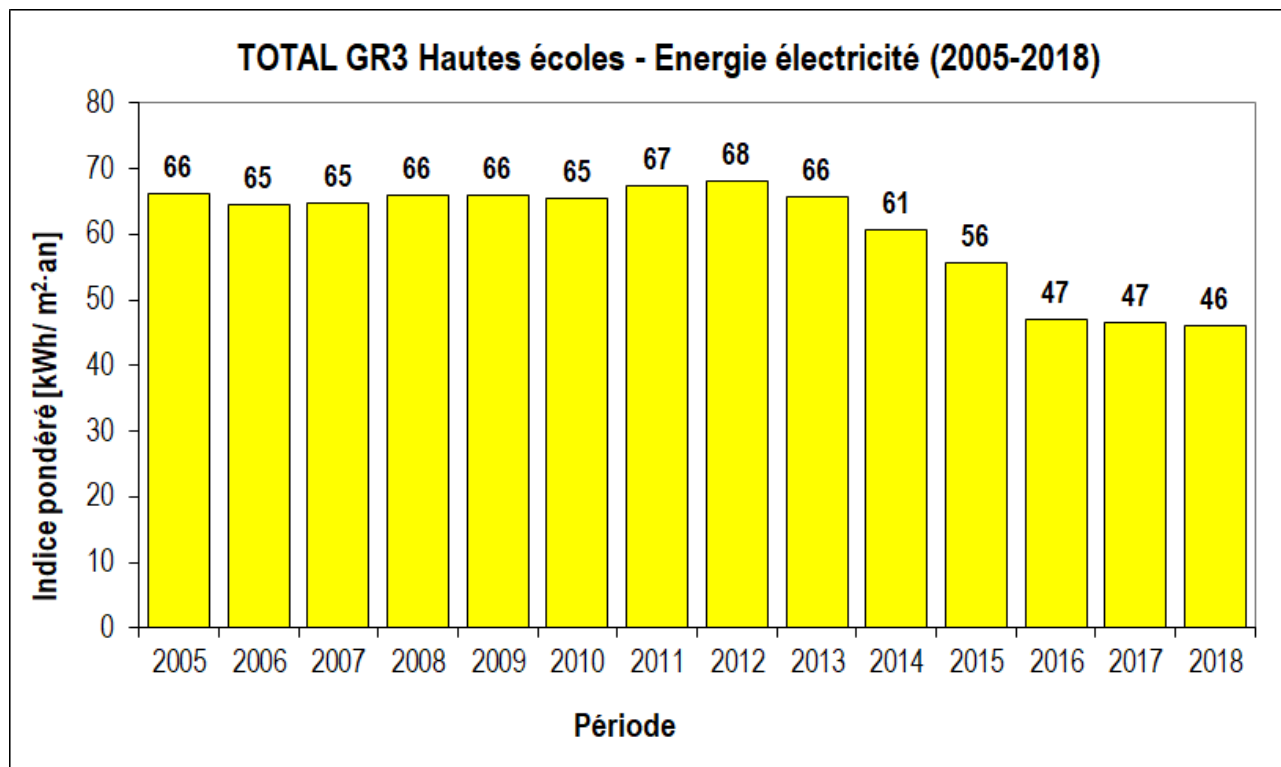


**Commentaires :**

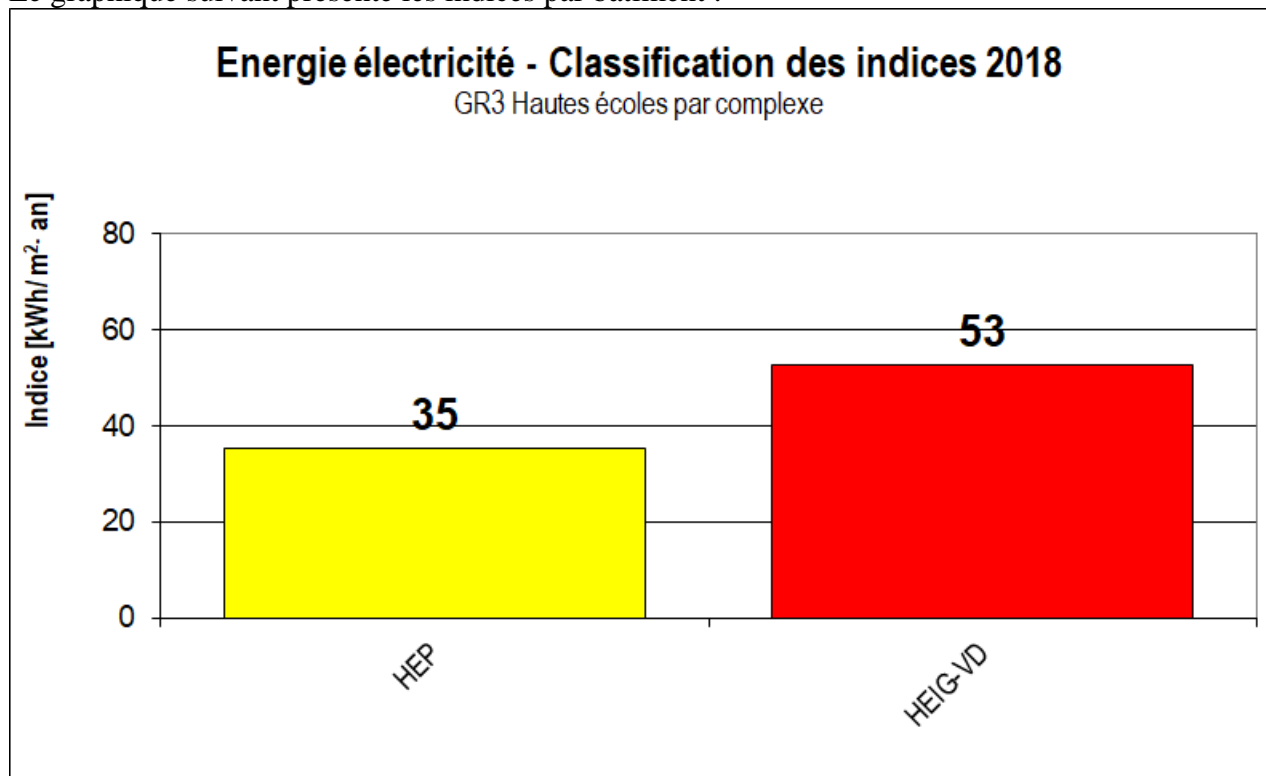
- *Domaine de Grange-Vervey* : augmentation de la consommation électrique de 9 %. La mise en œuvre des actions de performance énergétique identifiées lors de l'audit 2018 permettra de maîtriser et probablement réduire cette consommation.

### 5.2.3. GR3 - Hautes écoles

L'indice de ce groupe a légèrement diminué entre 2017 et 2018 (-1 %).



Le graphique suivant présente les indices par bâtiment :



#### Commentaires :

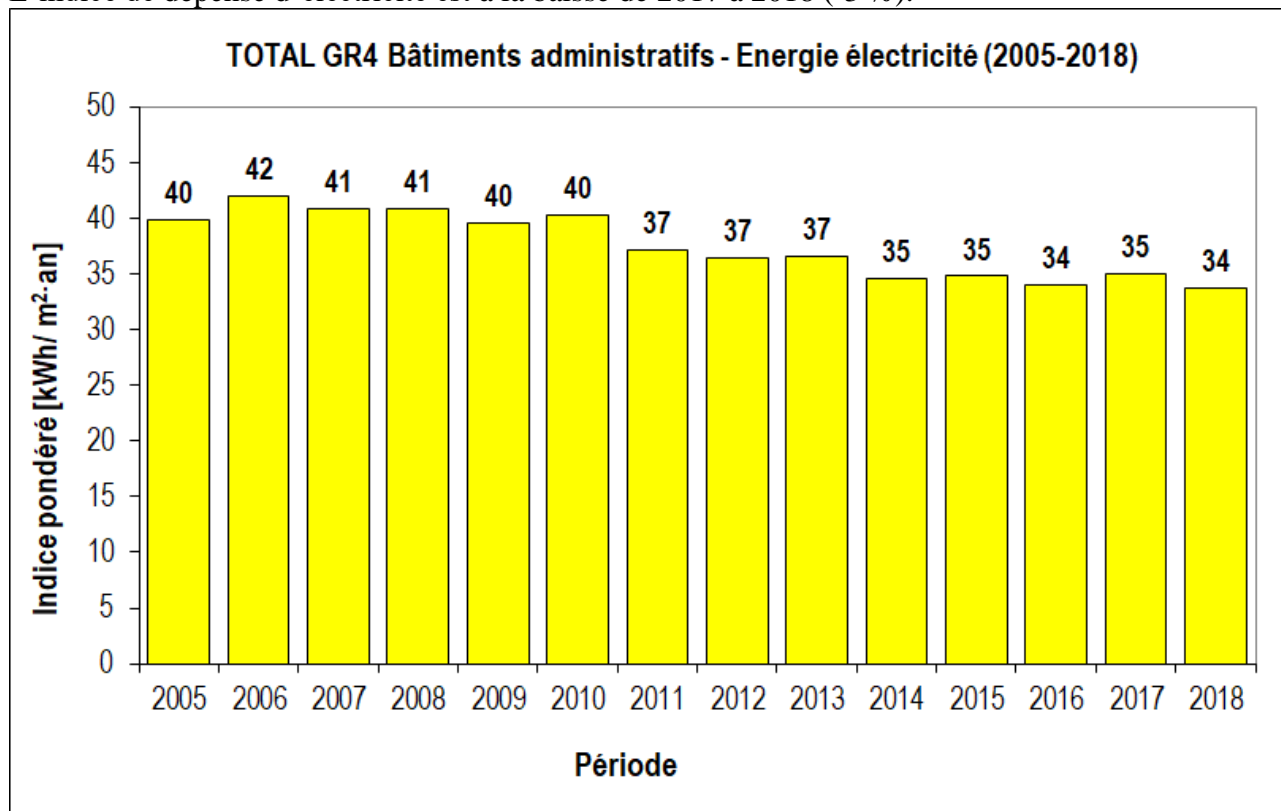
- HEP : Baisse de la consommation de 9 %, est passé sous la barre des 40 kWh/m²
- HEIG-VD : consommation stable

### 5.2.4. GR4 - Bâtiments administratifs

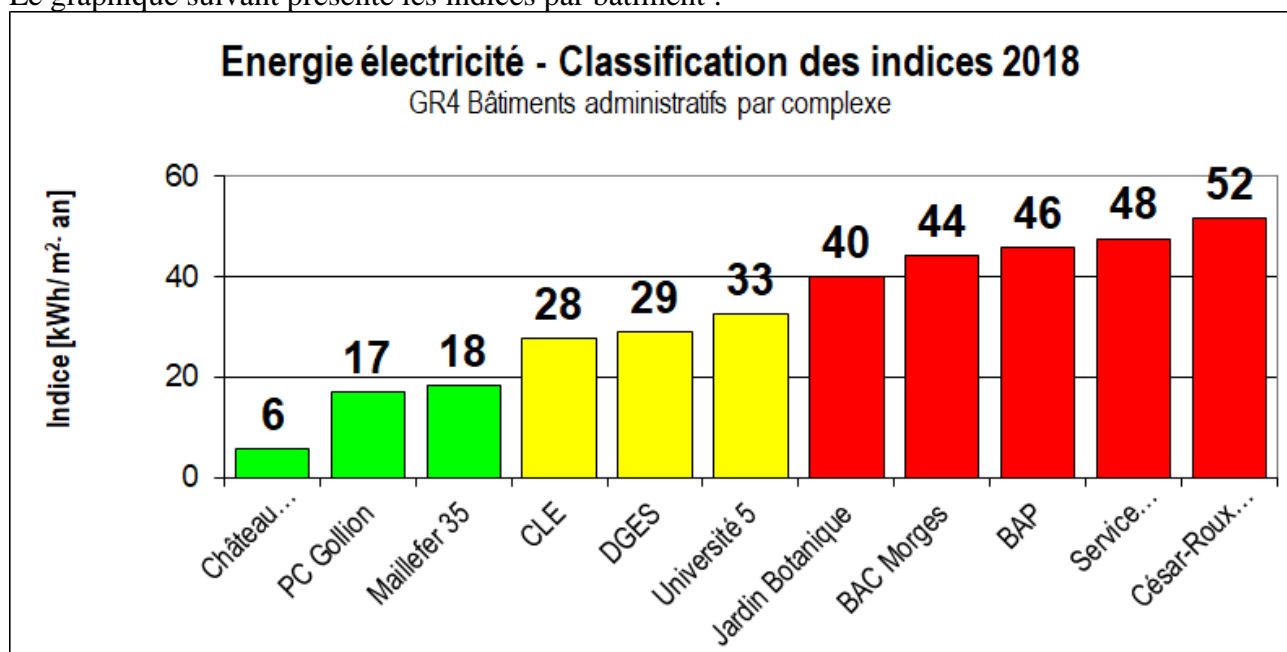
Les bâtiments suivants avaient des données manquantes lors de la rédaction du rapport :

- *Château cantonal* : travaux en 2017, comptage pas encore pleinement opérationnel

L'indice de dépense d'électricité est à la baisse de 2017 à 2018 (-3 %).



Le graphique suivant présente les indices par bâtiment :

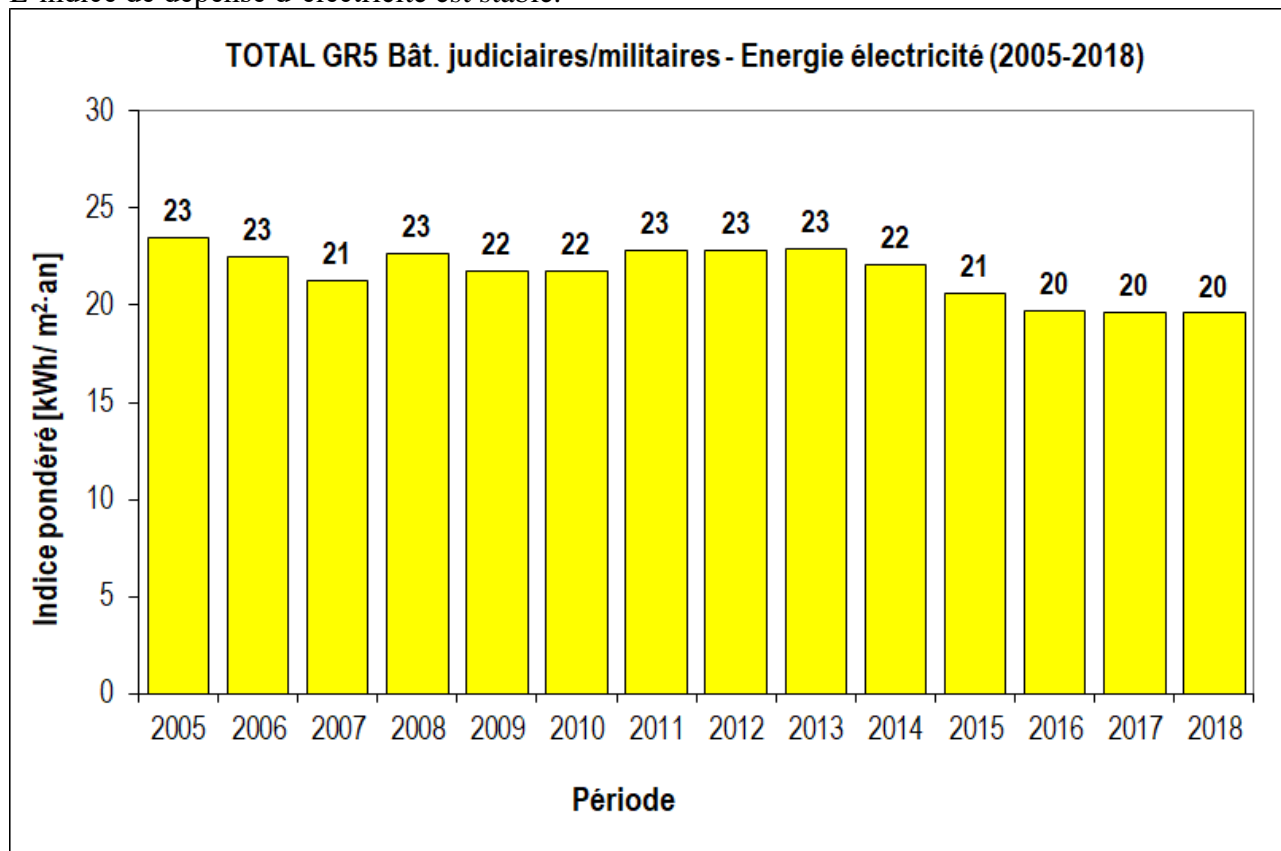


#### Commentaires :

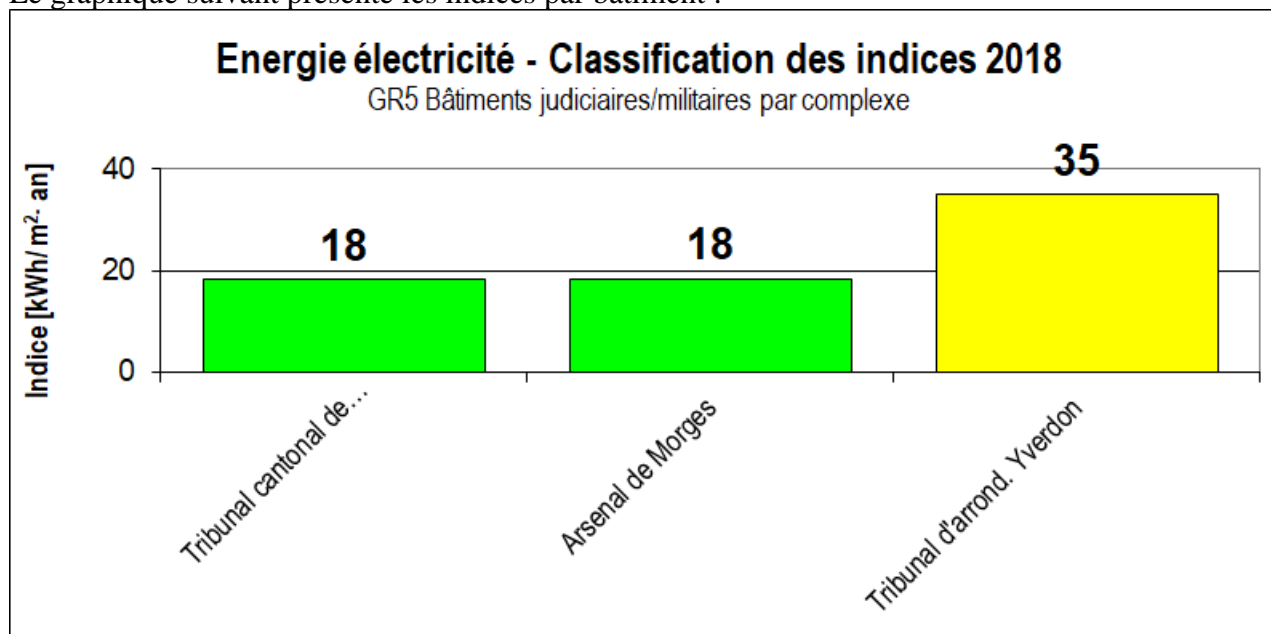
- *BAC Morges* : Augmentation de 6 % de la consommation
- *Château Grand'Air* : Augmentation de 32 % de la consommation, l'indice semble trop bas il faut vérifier le compteur virtuel « Total électricité » et la SRE

### 5.2.5. GR5 - Bâtiments judiciaires / militaires

L'indice de dépense d'électricité est stable.



Le graphique suivant présente les indices par bâtiment :

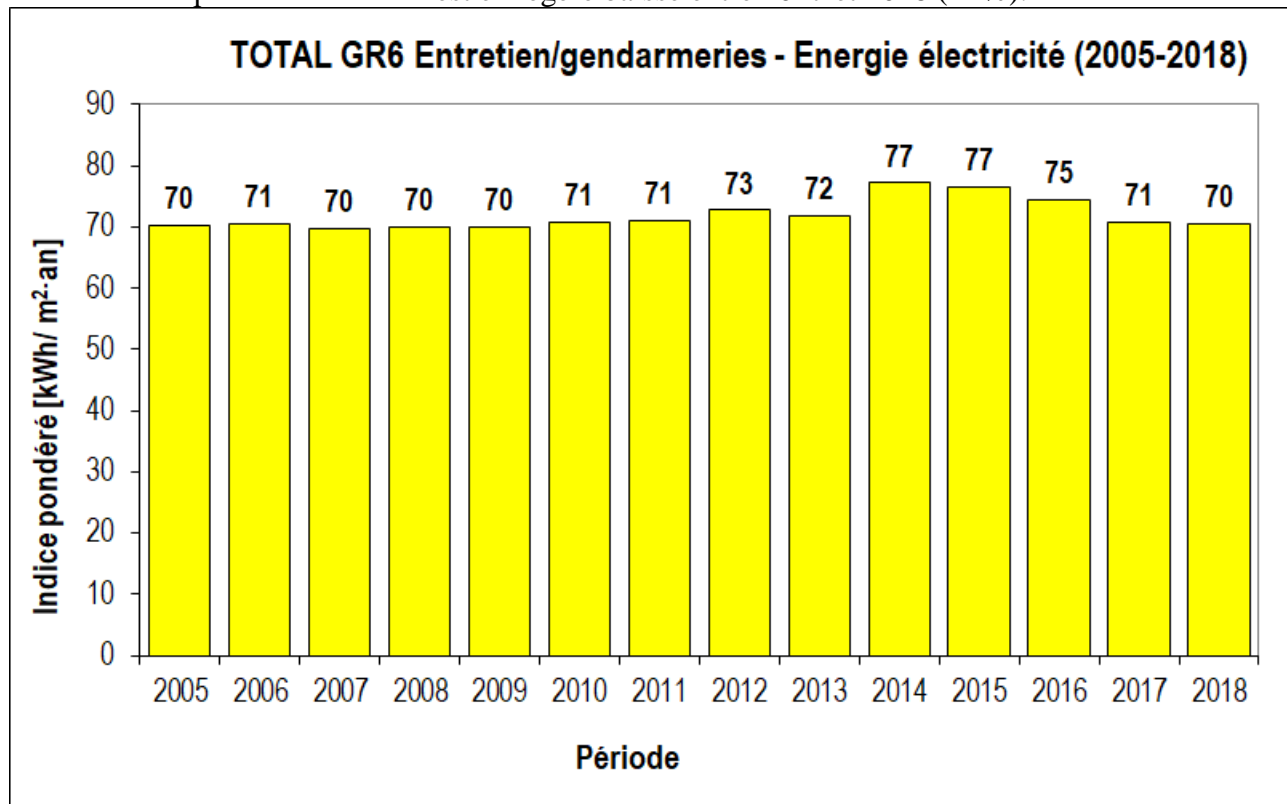


**Commentaires :**

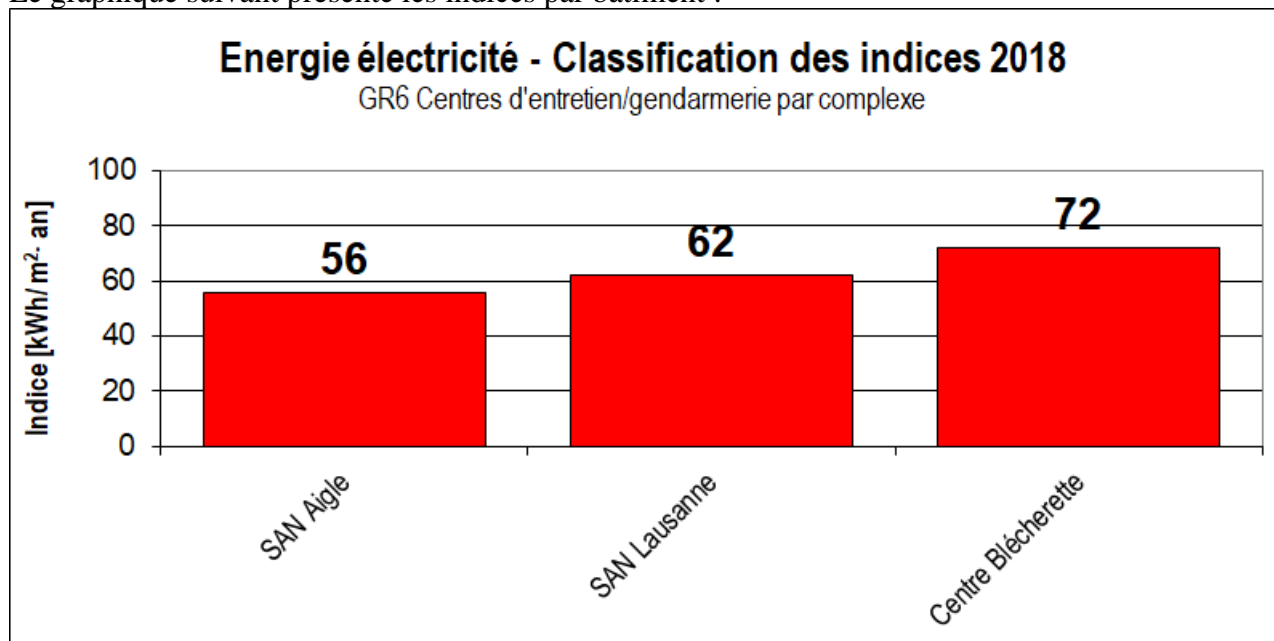
- Tribunal d'arrondissement Yverdon : augmentation de la consommation de 20 %. Consommation à mettre sous surveillance.
- Les deux autres bâtiments ont un indice qui a baissé de 2017 à 2018

### 5.2.6. GR6 - Centres d'entretien / gendarmerie

L'indice de dépense d'électricité est en légère baisse entre 2017 et 2018 (-1 %).



Le graphique suivant présente les indices par bâtiment :

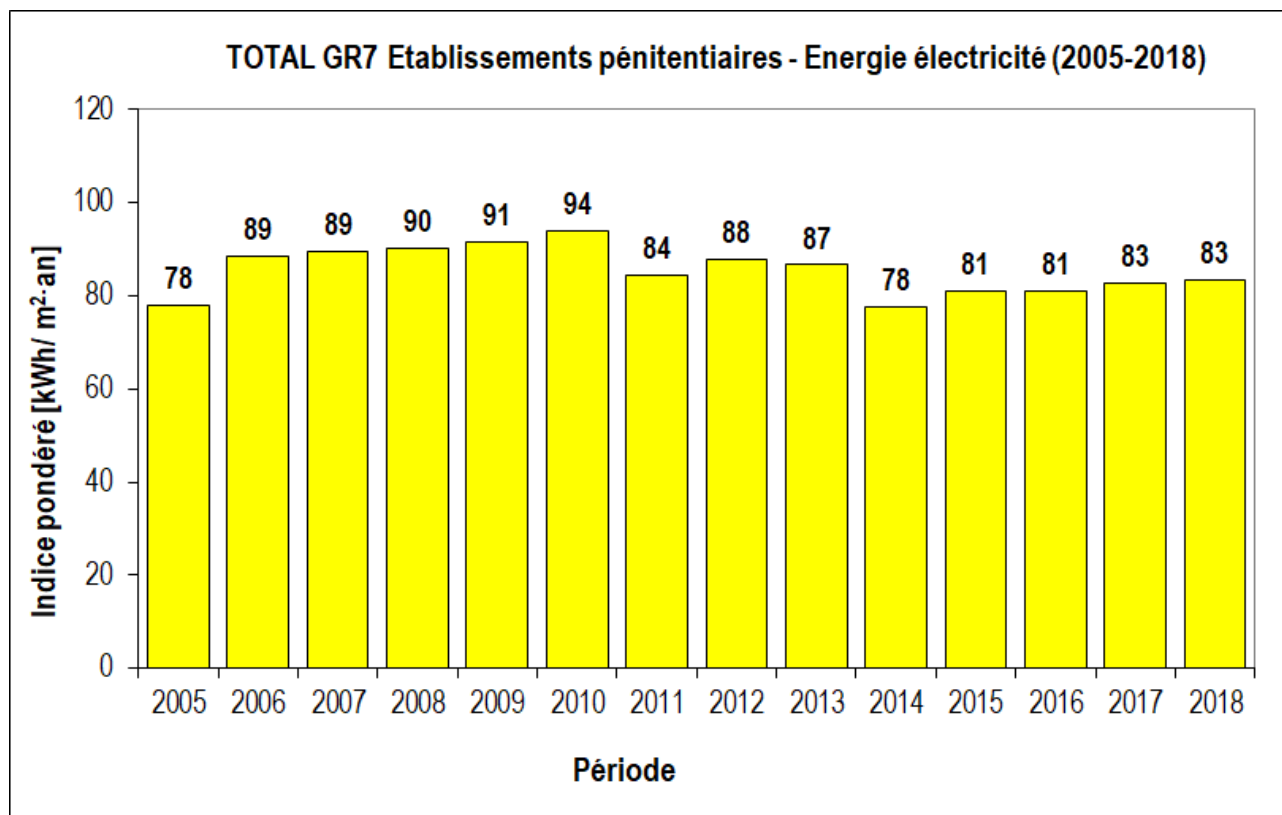


**Commentaires :**

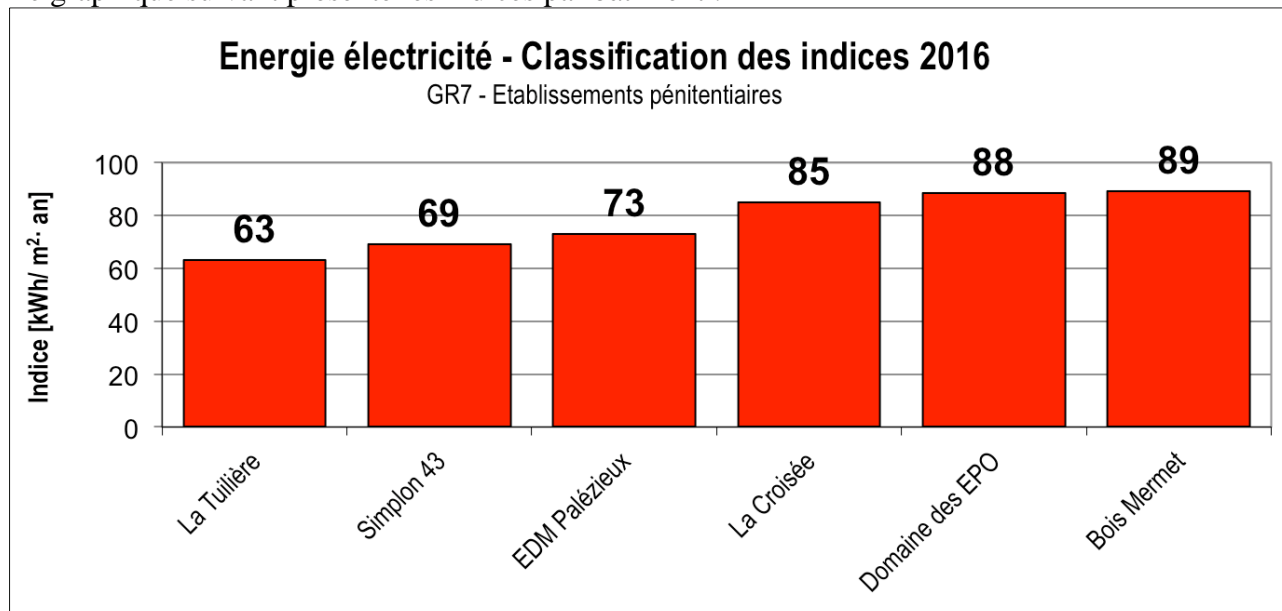
- SAN Lausanne : Diminution de 15 % de la consommation électrique entre 2017 et 2018

### 5.2.7. GR7 - Etablissements pénitentiaires

L'indice de dépense d'électricité est stable entre 2017 et 2018. Il manque les données pour le site des E.P.O, donc la moyenne des 3 dernières années a été utilisée.



Le graphique suivant présente les indices par bâtiment :



#### Commentaires :

- EDM Palézieux : hausse de 7 % de la consommation. Données obtenues par le fournisseur d'électricité. Une télérelève est en train d'être mise en place et donnera des valeurs précises pour 2019

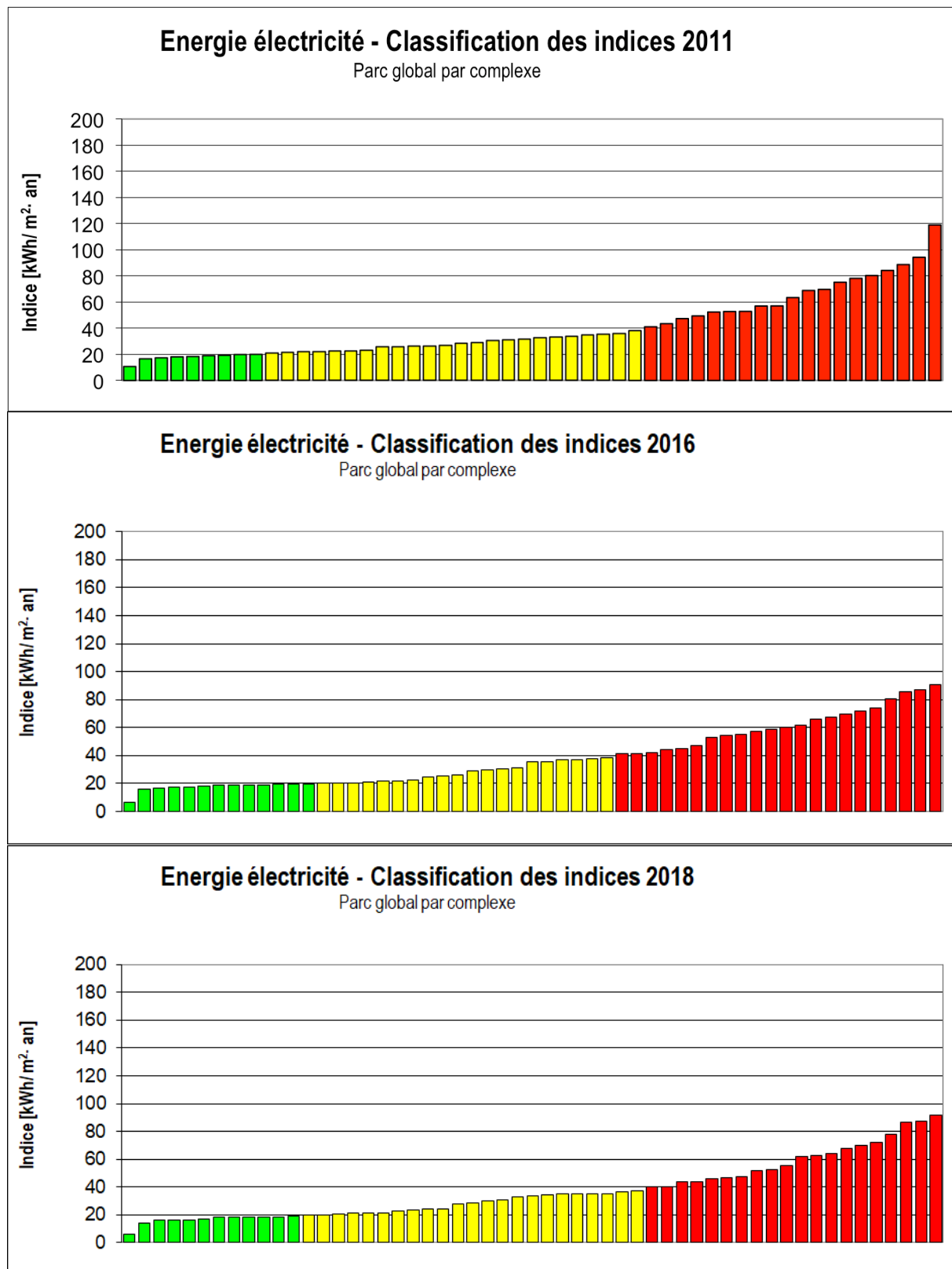


### 5.2.8. Global

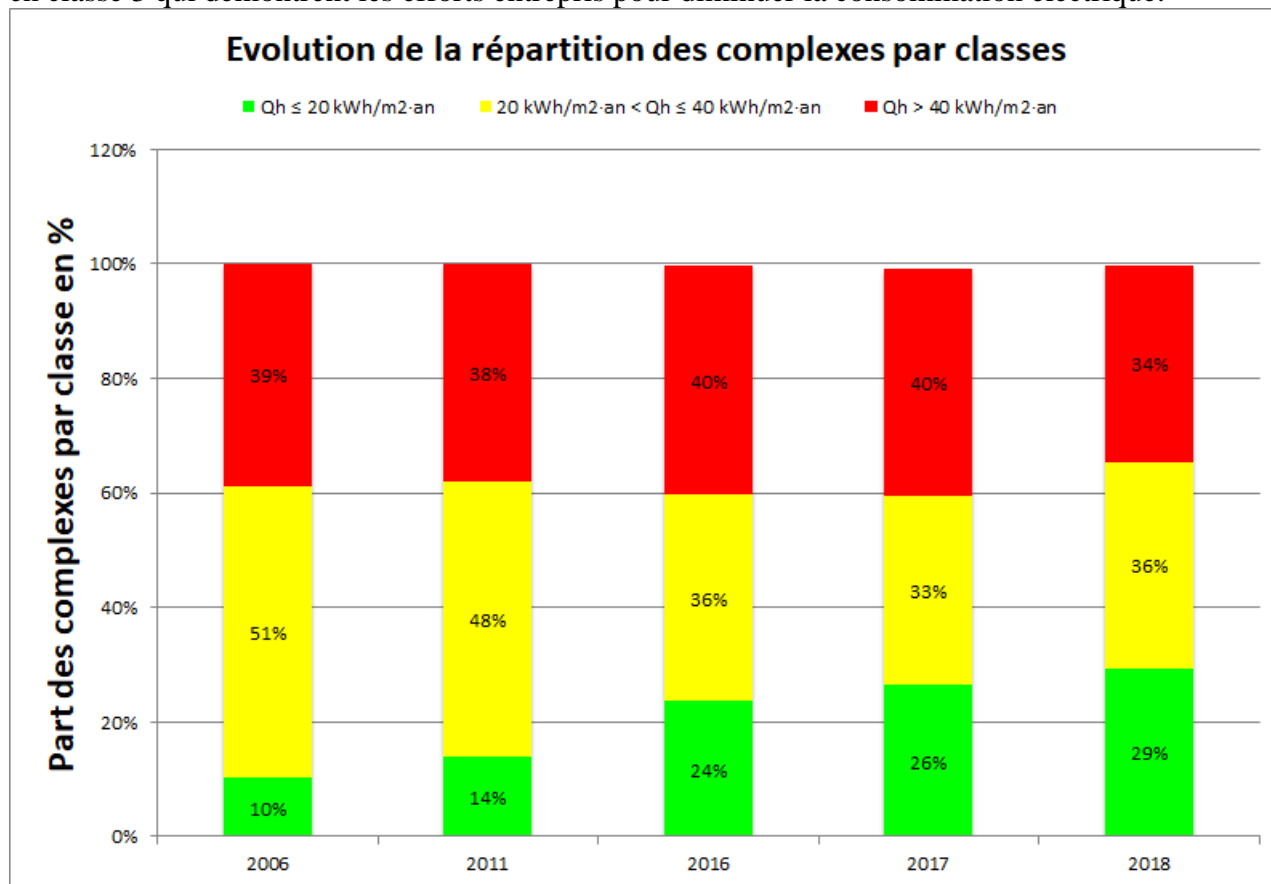
Les indices ont été représentés pour tous les groupes confondus dans les graphiques

suivants pour les années 2011, 2016 et 2018. Les couleurs correspondent aux différentes classes de l'étiquette énergie. Les limites de ces classes sont présentées ci-dessus.

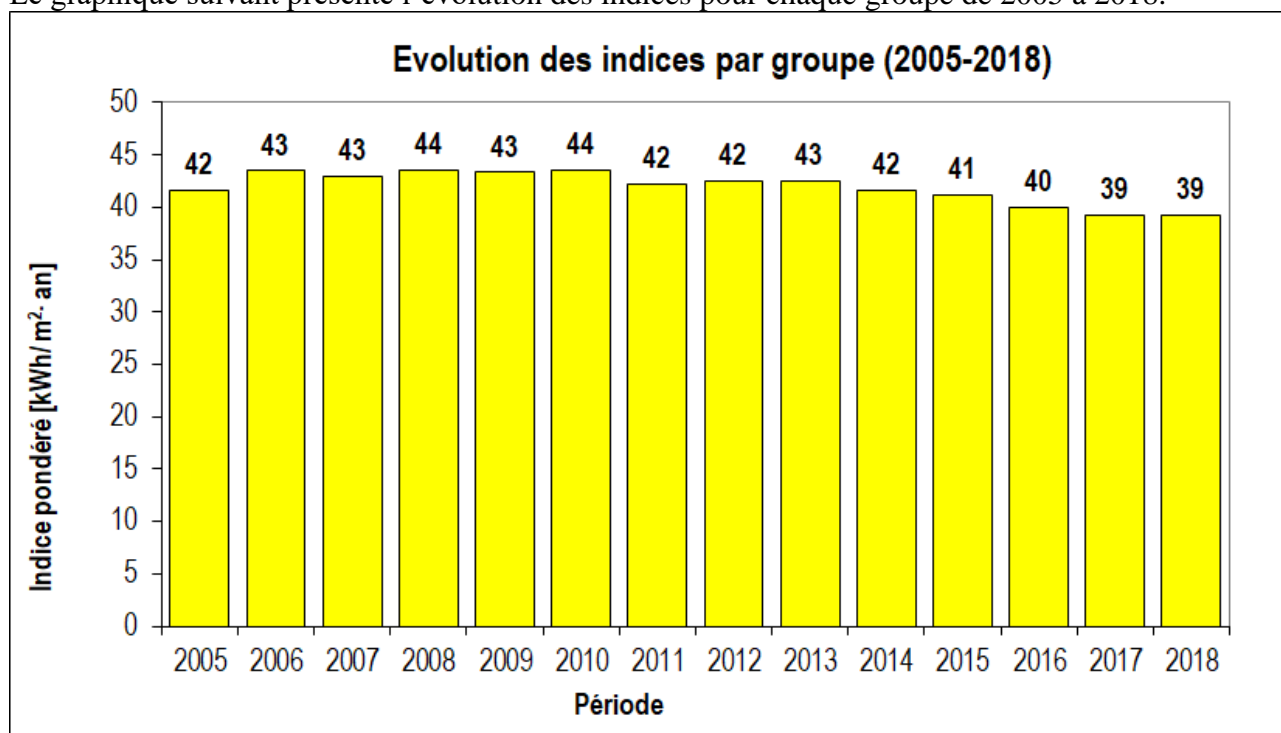
- Classe 1  $Q_h \leq 20 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{an}$
- Classe 2  $20 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{an} < Q_h \leq 40 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{an}$
- Classe 3  $Q_h \leq 40 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{an}$



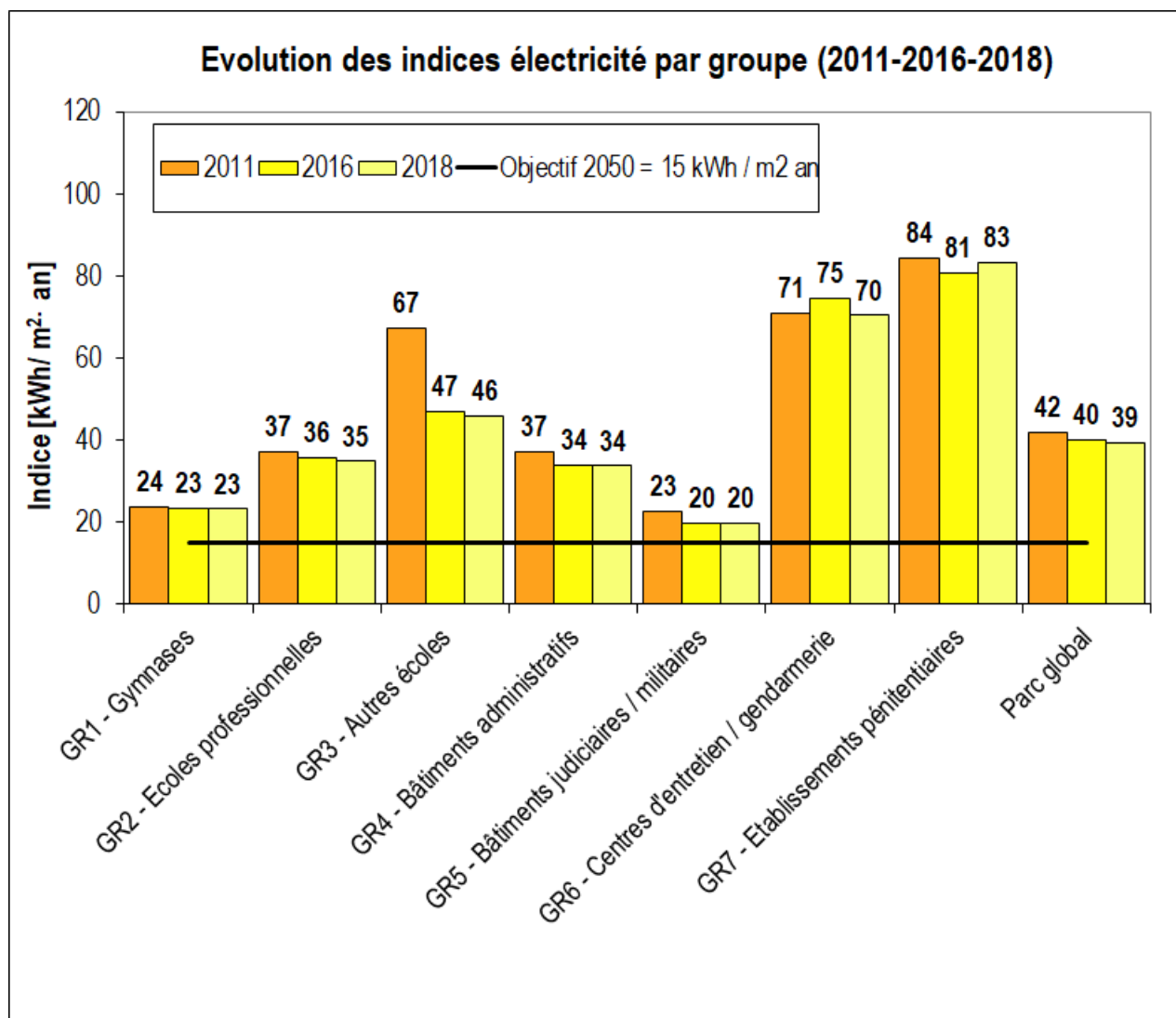
Le graphique suivant présente la part des bâtiments dans chaque classe définie ci-dessus. On peut constater une nette tendance à la hausse des bâtiments en classe 1 et une baisse de la part des bâtiments en classe 3 qui démontrent les efforts entrepris pour diminuer la consommation électrique.



Le graphique suivant présente l'évolution des indices pour chaque groupe de 2005 à 2018.



Finalement, le graphique ci-dessous présente l'évolution des indices pour chaque groupe de bâtiment.

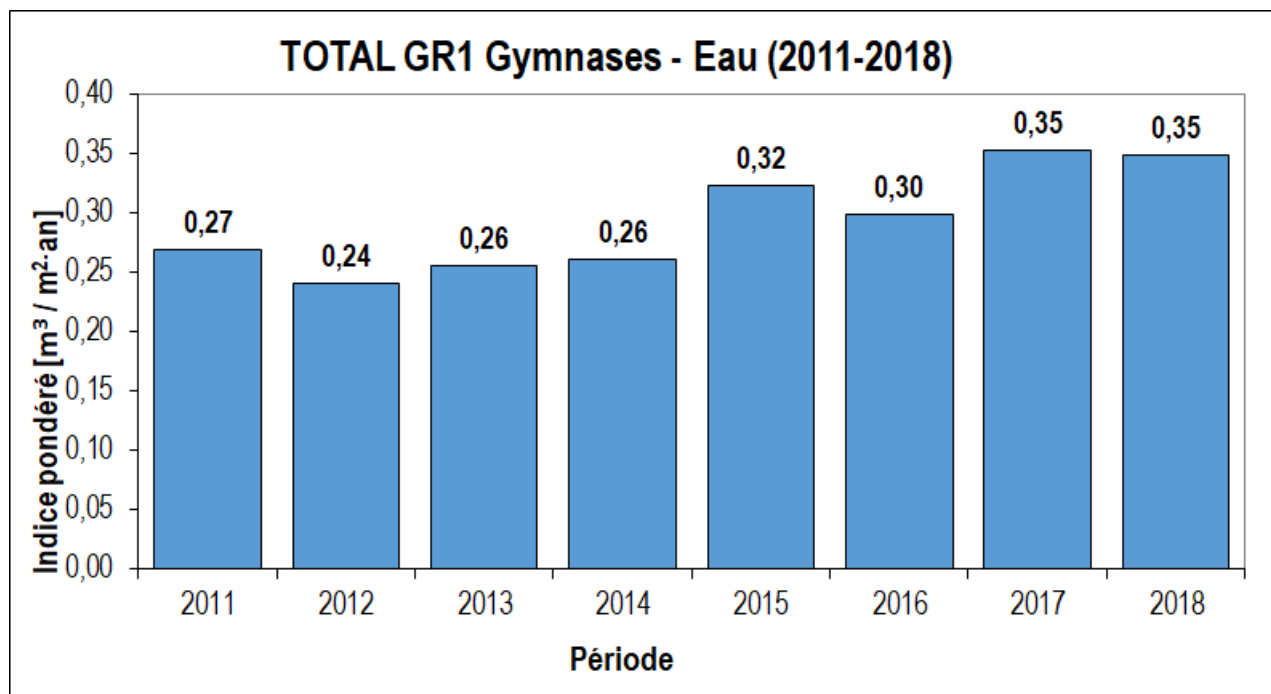


### 5.3. Eau

Dans cette partie, l'évolution des consommations du parc d'eau sera étudiée.

#### 5.3.1. GR1 – Gymnases

L'indice de consommation d'eau pour les gymnases est à la baisse entre 2017 et 2018 (-1 %).

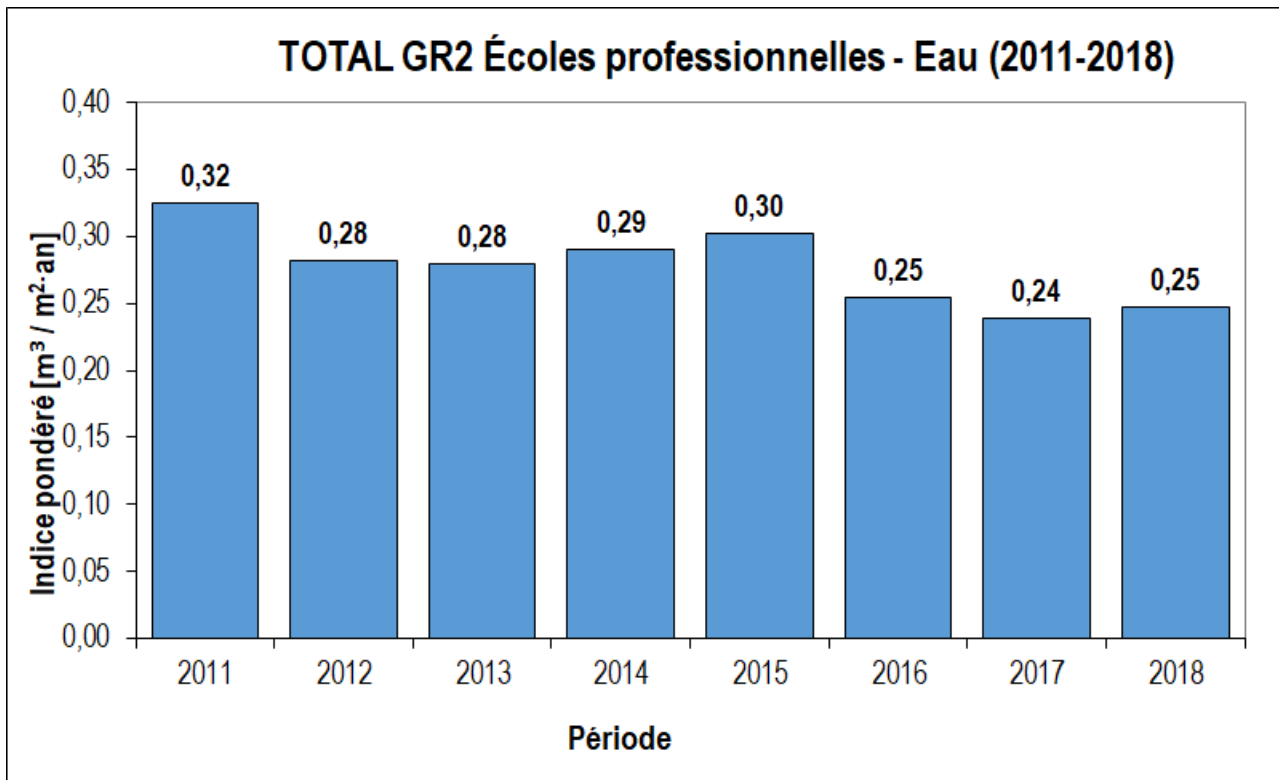


#### Commentaires :

- *Gymnase Auguste Piccard* : la surconsommation continue, la cause n'est pas encore identifiée
- *Gymnase de Nyon* : Augmentation de 20 % de la consommation d'eau (dérive toujours en cours)
- *Gymnase de Renens* : données ajoutées dès cette année

### 5.3.2. GR2 - Ecoles professionnelles

L'indice de consommation d'eau est en légère hausse entre 2017 et 2018 (+4 %).

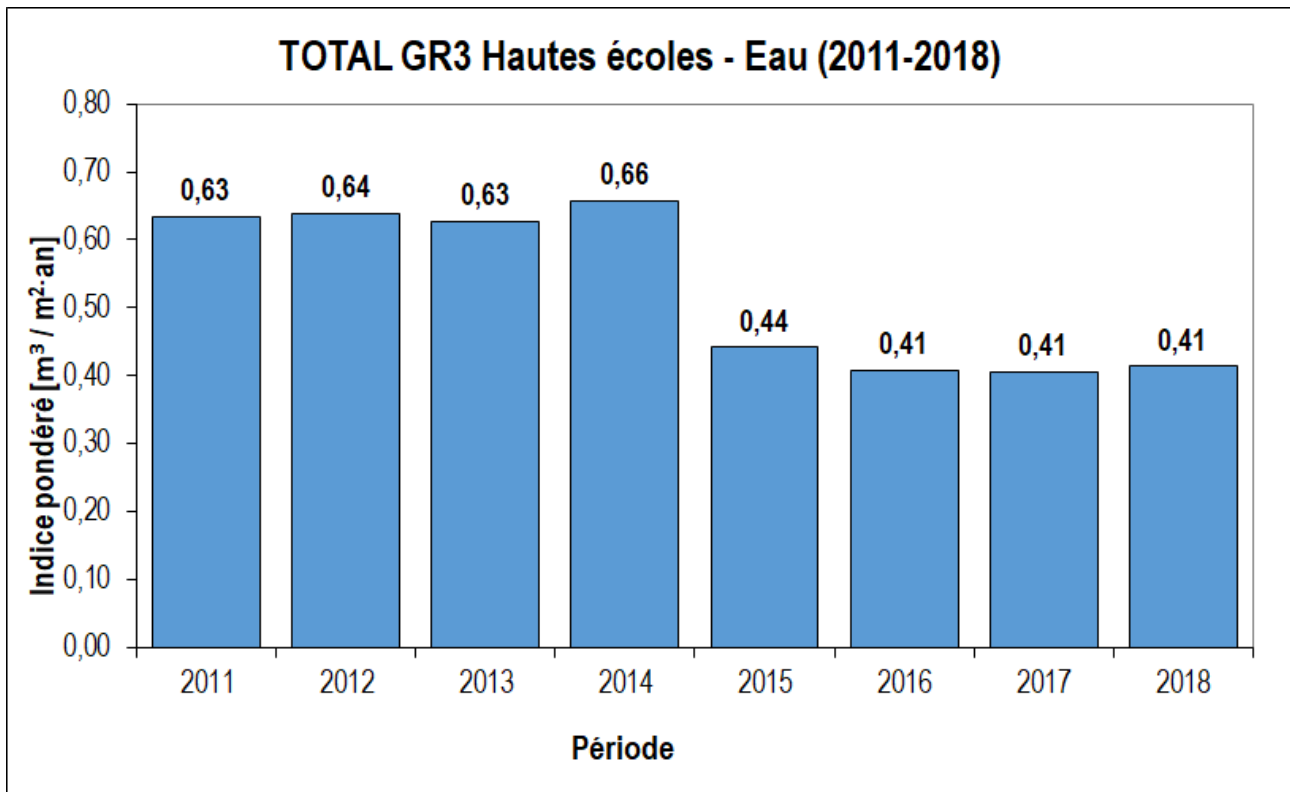


#### Commentaires :

- *ESSANTE* : augmentation de 21 % de la consommation d'eau, dérive toujours en cours, à surveiller
- *Domaine de Grange-Verney* : Augmentation de 13 % de la consommation d'eau, à surveiller
- *Domaine de Marcelin*: Augmentation de 17 % de la consommation d'eau, à surveiller

### 5.3.3. GR3 - Hautes écoles

L'indice de consommation d'eau est stable entre 2017 et 2018.

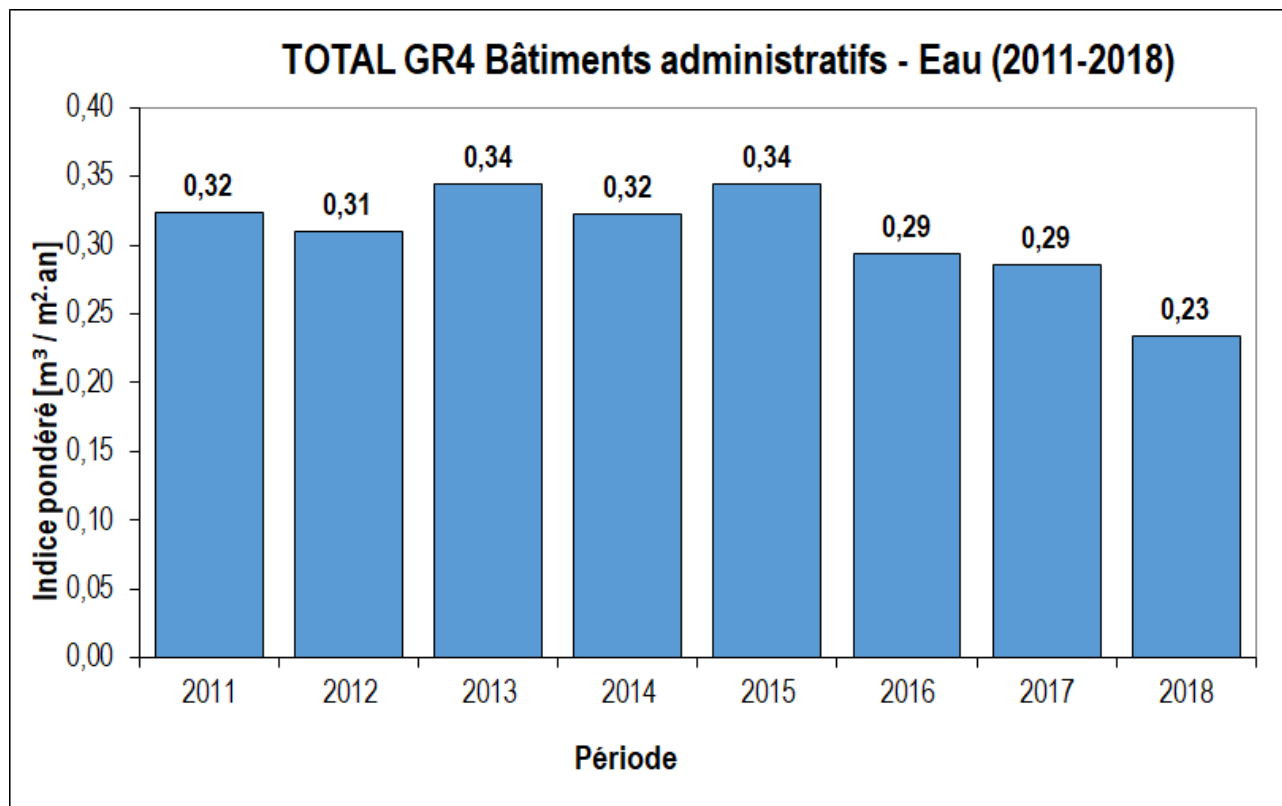


**Commentaires :**

- *HEIG-VD* : augmentation de la consommation d'eau de 10 %, à surveiller
- *HEP* : diminution de la consommation de 4 %

### 5.3.4. GR4 - Bâtiments administratifs

L'indice de consommation d'eau est en baisse significative entre 2017 et 2018 (-18%).



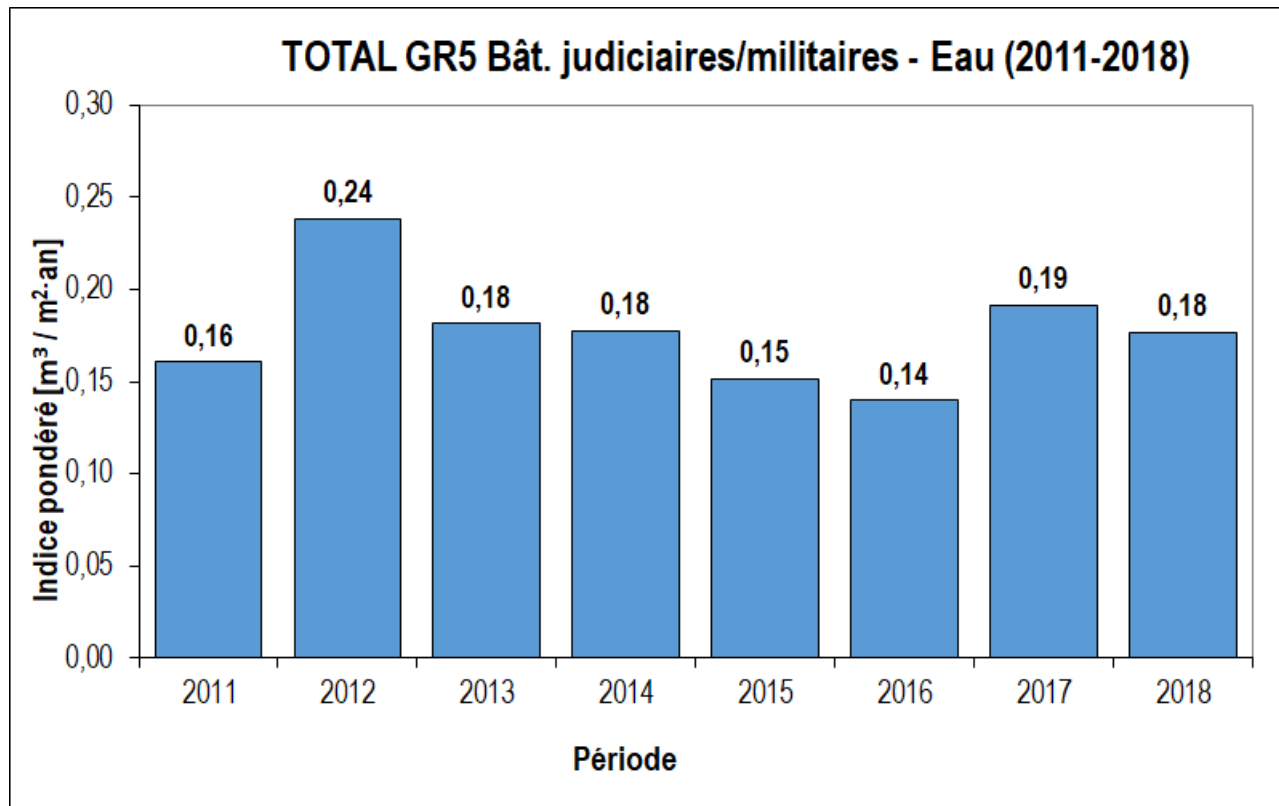
#### Commentaires :

- *Château cantonal* : travaux en 2017, données que partiellement disponible pour 2018, exclu de l'analyse
- *BAC Morges* : baisse significative de la consommation d'eau (-40 %)
- *Château Grand'Air* : baisse significative de la consommation d'eau (-31 %)
- *Jardin Botanique* : baisse significative de la consommation d'eau (-66 %)
- *Registre du commerce* : hausse de la consommation d'eau (+23 %), à surveiller
- *Maillefer 35* : hausse de la consommation d'eau (+41 %), à surveiller



### 5.3.5. GR5 - Bâtiments judiciaires / militaires

L'indice de consommation d'eau est à la baisse entre 2017 et 2018 (-8 %).

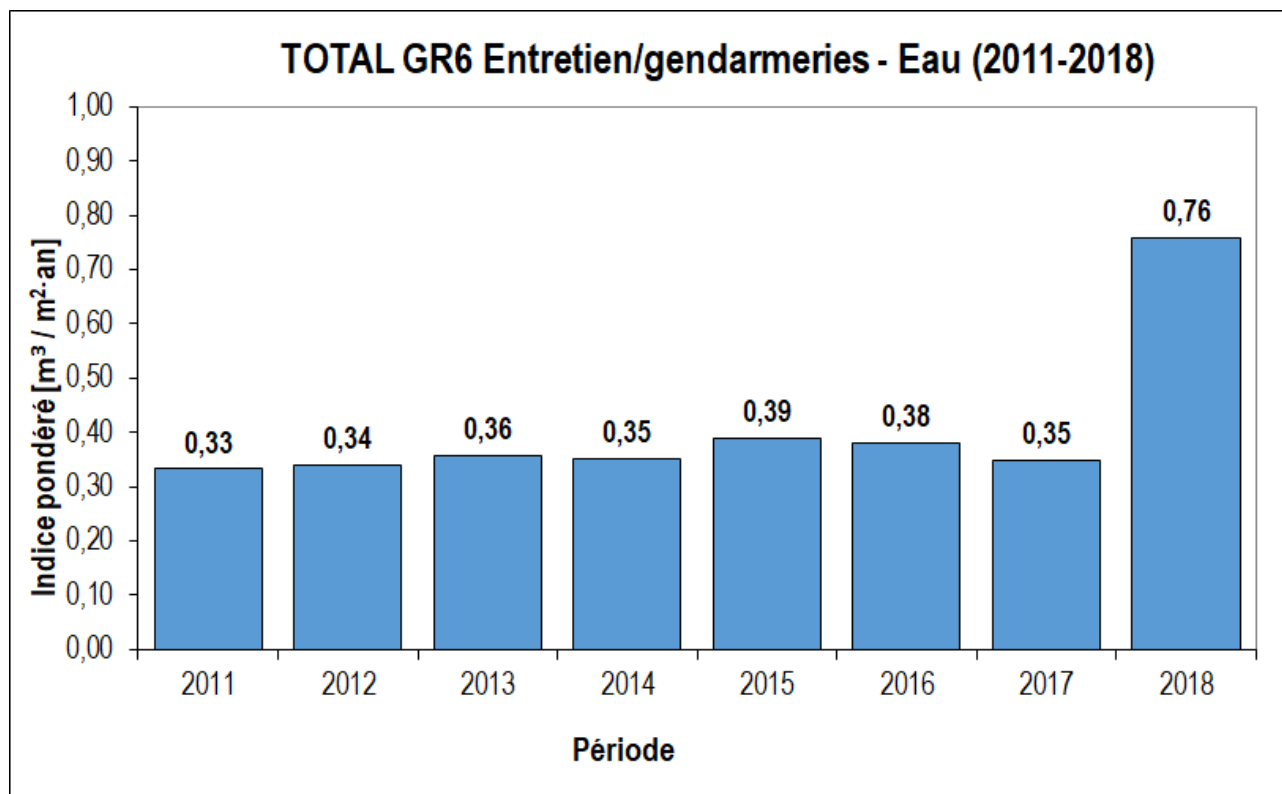


**Commentaires :**

- *Arsenal de Morges* : Baisse de 14 % de la consommation d'eau
- *Tribunal d'arrondissement d'Yverdon* : hausse de 9 %, à surveiller

### 5.3.6. GR6 - Centres d'entretien / gendarmerie

L'indice de consommation d'eau est à la hausse entre 2017 et 2018 (+117 %) à cause d'une forte augmentation de consommation au centre Blécherette.



#### Commentaires :

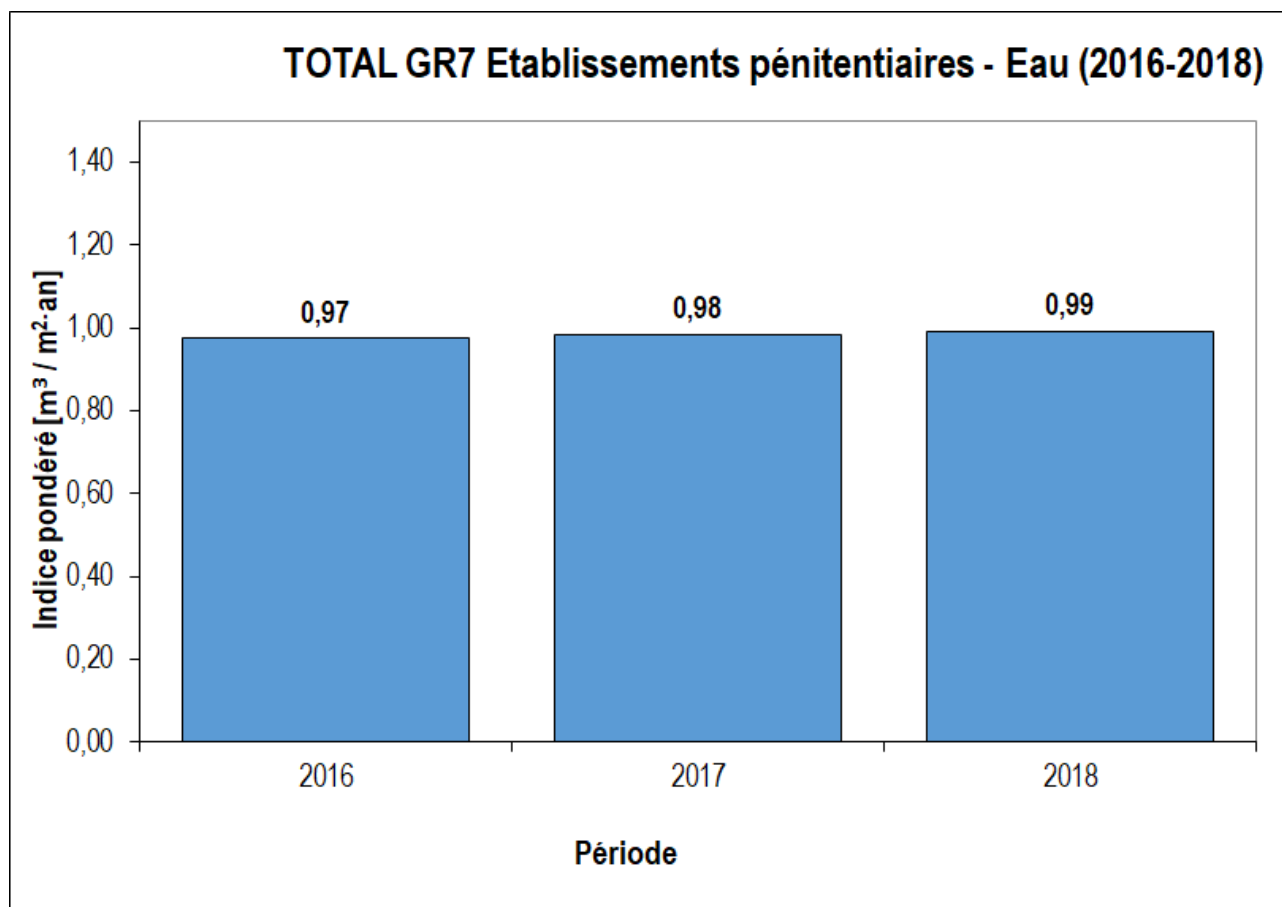
- *Centre Blécherette* : grande dérive de consommation d'eau, les index de relevés semblent cohérents. **Trouver une explication pour la dérive ou corriger la donnée.** La mise en œuvre de l'optimisation énergétique dans le cadre des grands consommateurs par Enerplan permettra d'identifier le problème.
- *SAN Aigle* : diminution de la consommation d'eau (-31 %)

### 5.3.7. GR7 - Etablissements pénitentiaires

Dès cette année, les indices sont également calculés pour ce groupe. Seuls trois bâtiments sur six ont des données disponibles. L'indice est en très légère hausse (+1 %) entre 2017 et 2018. Les bâtiments suivants n'ont pas de suivi de la consommation d'eau actuellement :

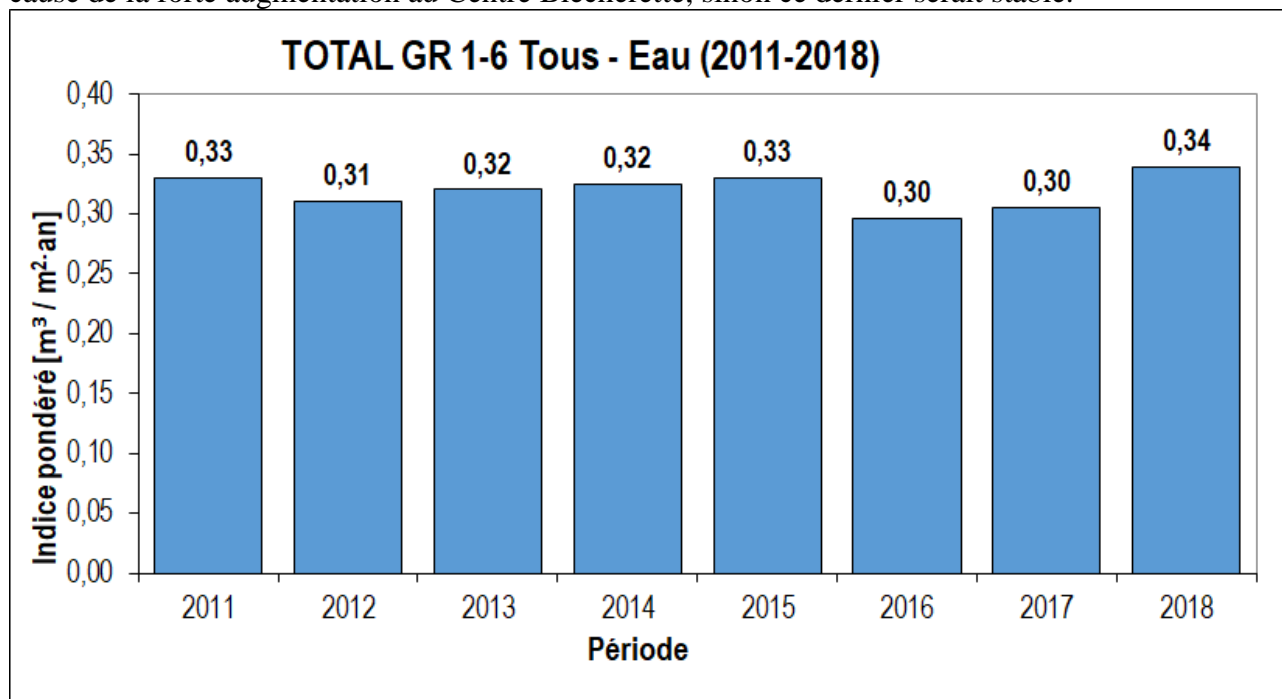
- *Bois Mermet*
- *E.P.O* : Une télérelève est mise en place.
- *EDM Palézieux* : Une télérelève est en train d'être mise en place.

Le suivi est à mettre en place dans ces bâtiments via le relevé manuel des compteurs ou de la télérelève.

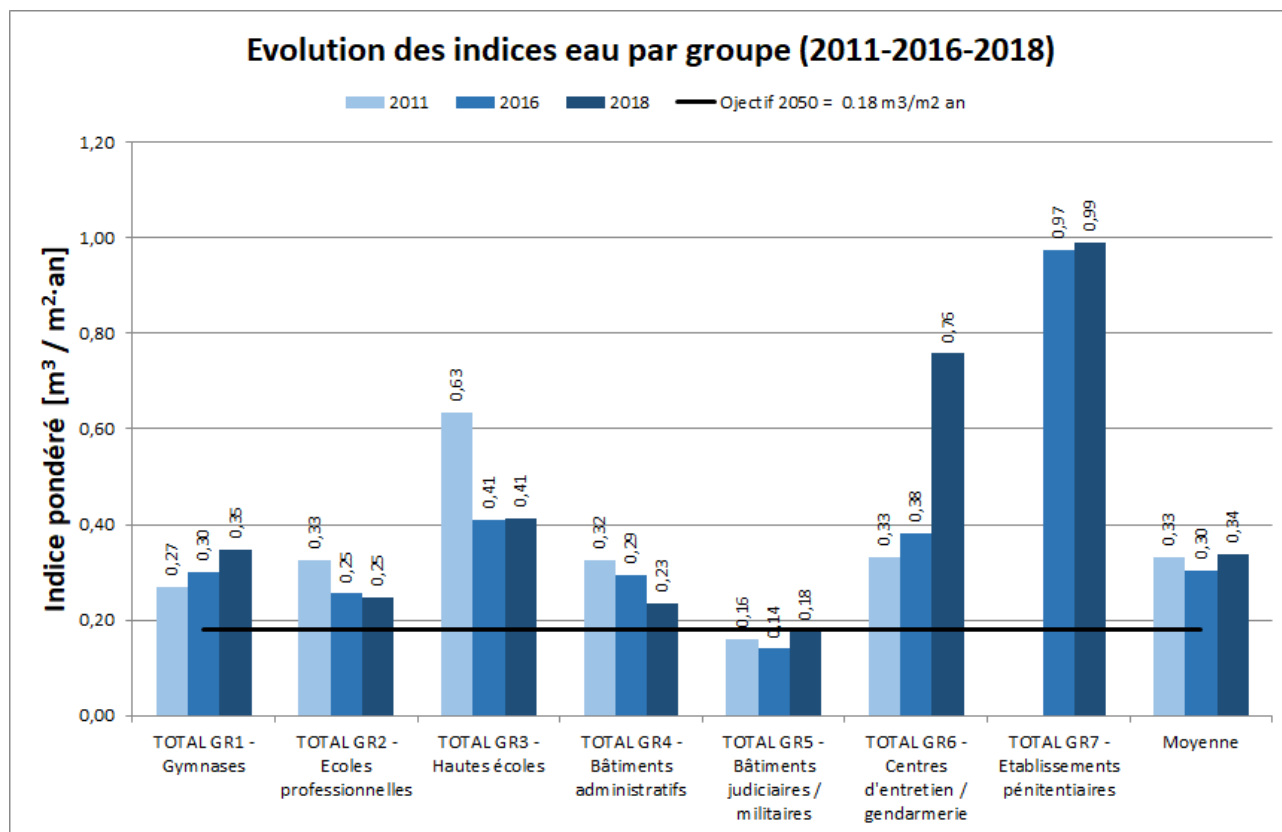


### 5.3.8. Global

L'indice global de consommation d'eau en hausse entre 2017 et 2018 (+11 %) en grande partie à cause de la forte augmentation au Centre Blécherette, sinon ce dernier serait stable.



Le graphique suivant présente l'évolution de l'indice entre 2006 et 2018 pour chaque groupe. A noter que les données pour le groupe GR7 ne sont pas disponible avant 2016.



## 6. Identification des potentiels

Dans ce chapitre, les potentiels d'économies seront définis pour chaque consommation (chaleur, électricité et eau) en terme d'énergie et de coût. Par la suite, le potentiel global sera décrit afin de cibler les bâtiments sur lesquels il faut agir en priorité.

### 6.1. Méthodologie

Pour l'analyse du potentiel d'économie d'énergie, nous comparons les consommations des bâtiments étudiés avec d'autres bâtiments appartenant à la même typologie au niveau Suisse (bâtiments participant au programme energo). Le potentiel d'économie calculé par energo considère uniquement les potentiels d'économie possibles par l'optimisation des installations existantes ou par des investissements avec de faibles retours sur investissement.






#### Energo a défini statistiquement 3 zones :

- Rouge : grand potentiel d'économie
- Jaune : potentiel moyen d'économie
- Bleu : faible potentiel d'économie

Les zones de potentiel sont régulièrement mises à jour par energo afin de tenir compte de l'évolution du parc immobilier en Suisse. Il est donc possible qu'un bâtiment, figurant dans la zone bleue, se retrouve quelque temps plus tard dans la zone jaune. Avec ce procédé, chaque exploitant a le défi d'améliorer en continu l'exploitation de ses bâtiments.

Le potentiel d'économie est limité à un maximum de 20%, même si, théoriquement, le potentiel d'économie peut être plus important. Cette limitation volontaire permet de fournir des chiffres adaptés à la réalité des bâtiments. Le détail de cette méthodologie est disponible à l'Annexe 2.

Le code couleur utilisé dans les sections suivantes correspond aux typologies de bâtiment :

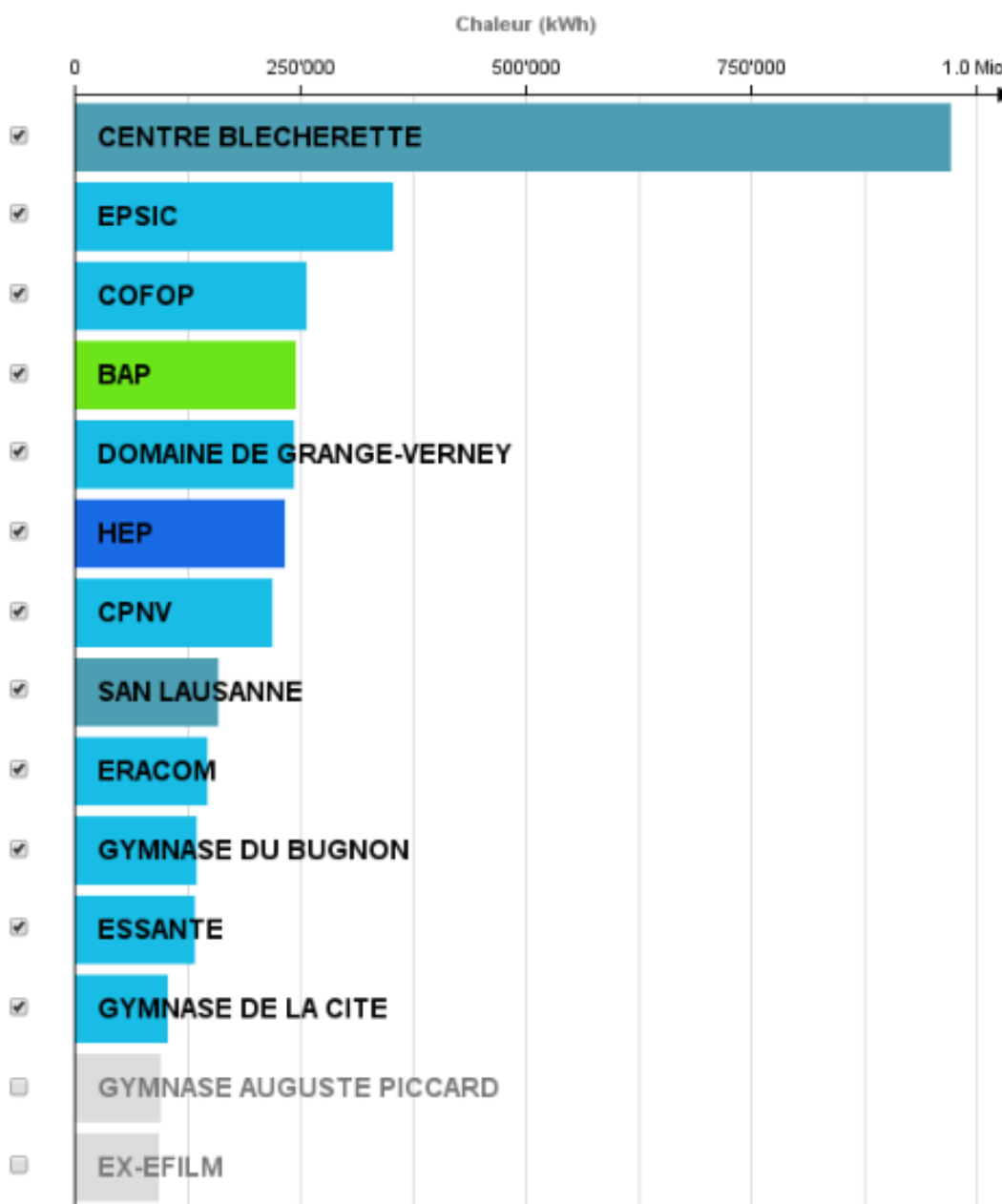
	Prison (6)
	Administration (18)
	Gymnase (36)
	Université (2)
	Centre d'entret. (5)

## 6.2. Chaleur

Avec les 12 bâtiments sélectionnés ci-dessous, il est possible d'exploiter 80 % du potentiel existant au niveau de l'économie de chaleur. L'économie financière annuelle correspondante est d'environ 318'000 CHF.

	Unité	1 an	5 ans
Energie	kWh	3'183'792	18'918'960
Coût	CHF	318'000	1'590'000
<b>Potentiel exploité</b>		<b>80 %</b>	

### Potentiel d'optimisation estimé

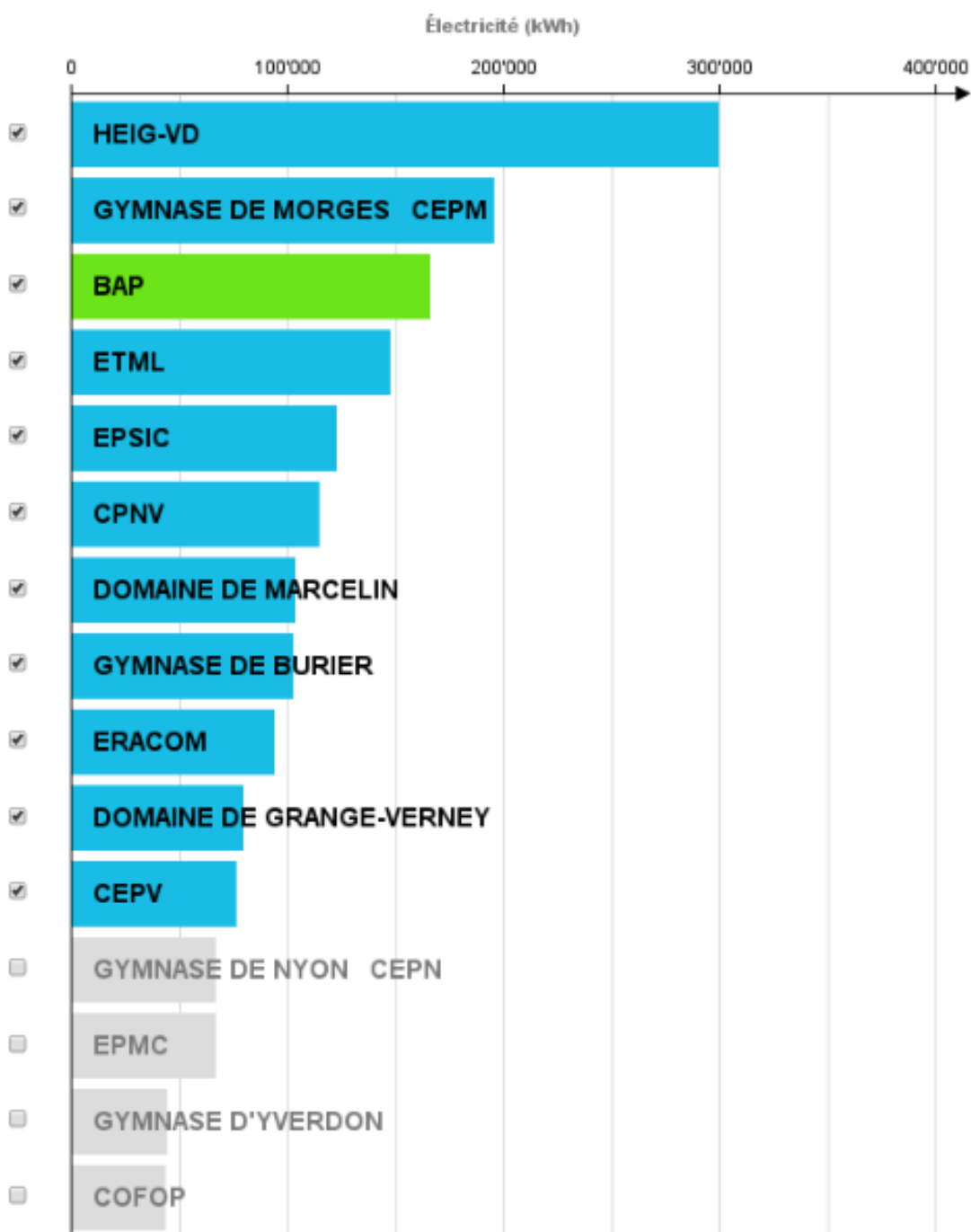


### 6.3. Electricité

Avec les 11 bâtiments sélectionnés ci-dessous, il est possible d'exploiter 83 % du potentiel existant au niveau de l'économie d'électricité. L'économie financière annuelle correspondante est d'environ 300'000 CHF.

	Unité	1 an	5 ans
Energie	kWh	1'500'000	7'500'000
Coût	CHF	300'000	1'500'000
<b>Potentiel exploité</b>		<b>83 %</b>	

### Potentiel d'optimisation estimé

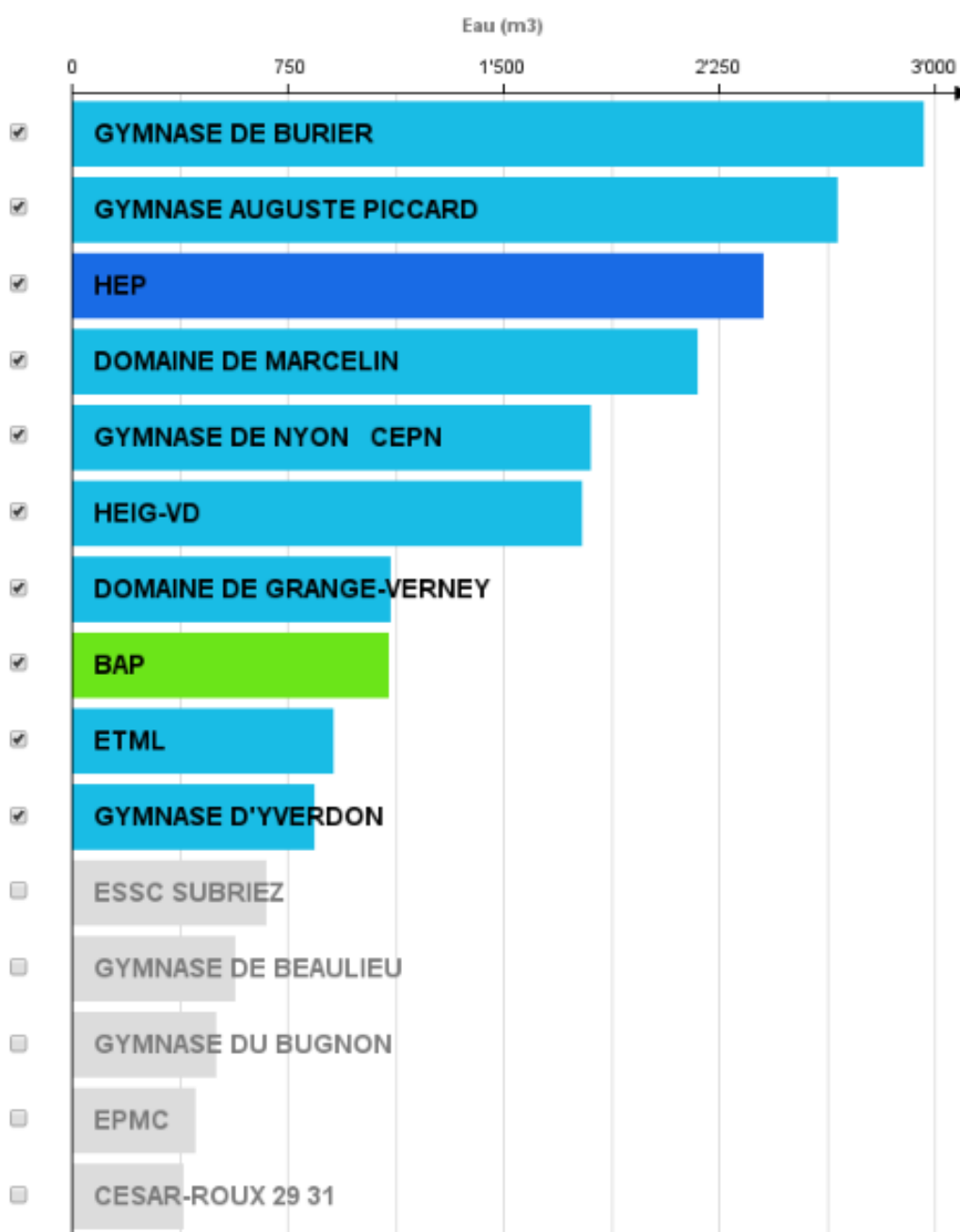


### 6.4. Eau

Avec les 10 bâtiments sélectionnés ci-dessous, il est possible d'exploiter 81 % du potentiel existant au niveau de l'économie d'eau. L'économie financière annuelle correspondante est d'environ 23'000 CHF.

	Unité	1 an	5 ans
Energie	m <sup>3</sup>	17'745	88'725
Coût	CHF	23'000	115'000
<b>Potentiel exploité</b>		<b>81 %</b>	

### Potentiel d'optimisation estimé





## 6.5. Global

Les potentiels pour chaque consommation ayant été identifié, il est maintenant utile de pouvoir prioriser en tenant compte de chaque potentiel. Tous les potentiels ont été ramenés à des coûts afin de pouvoir obtenir un potentiel global, qui seront utilisé comme indice de décision. Le tableau suivant présente le potentiel d'économie en terme de coût pour chaque bâtiment et également le pourcentage du potentiel total du parc que représente le bâtiment.

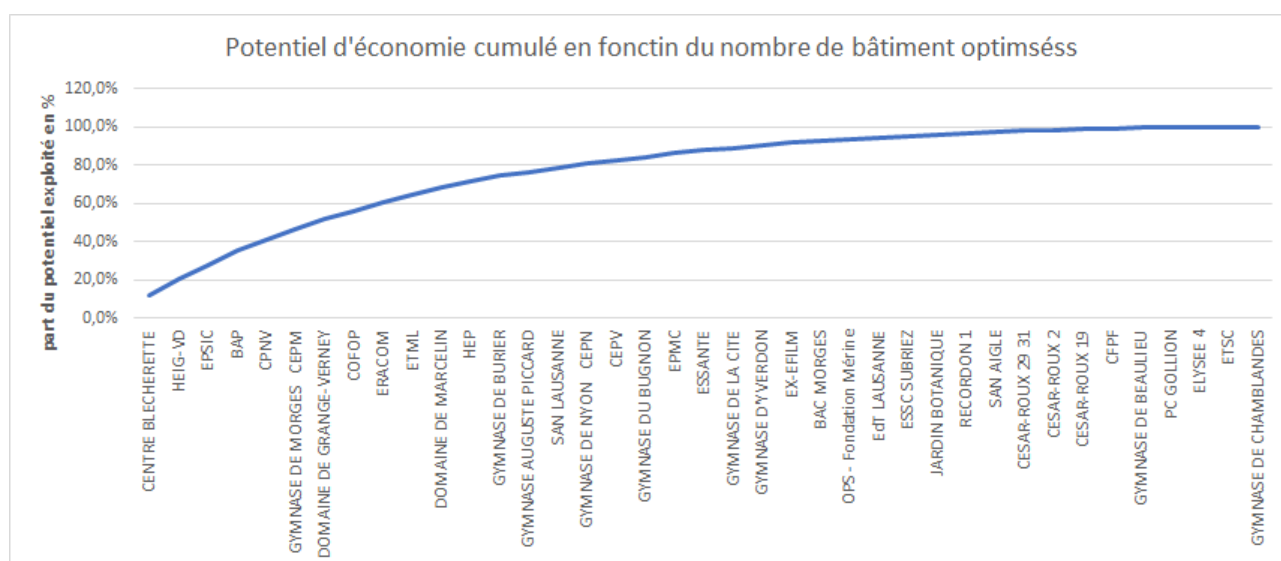
### Bâtiments prioritaires

Bâtiment	Potentiels (CHF)	Part potentiel	Part potentiel cumulé
CENTRE BLECHERETTE	97236	12,4%	12,4%
HEIG-VD	62306	8,0%	20,4%
EPSIC	59758	7,6%	28,0%
BAP	58887	7,5%	35,5%
CPNV	45010	5,7%	41,2%
GYMNASE DE MORGES CEPM	41711	5,3%	46,6%
DOMAINE DE GRANGE-VERNEY	41407	5,3%	51,8%
COFOP	34331	4,4%	56,2%
ERACOM	33283	4,2%	60,5%
ETML	30683	3,9%	64,4%
DOMAINE DE MARCELIN	30002	3,8%	68,2%
HEP	26267	3,4%	71,6%
GYMNASE DE BURIER	24361	3,1%	74,7%
GYMNASE AUGUSTE PICCARD	16387	2,1%	76,8%
SAN LAUSANNE	15800	2,0%	78,8%
GYMNASE DE NYON CEPN	15645	2,0%	80,8%
CEPV	15380	2,0%	82,7%
GYMNASE DU BUGNON	13963	1,8%	84,5%
EPMC	13734	1,8%	86,3%
ESSANTE	13080	1,7%	87,9%
GYMNASE DE LA CITE	10442	1,3%	89,3%
GYMNASE D'YVERDON	9806	1,3%	90,5%
EX-EFILM	9172	1,2%	91,7%
BAC MORGES	8870	1,1%	92,8%
OPS - Fondation Mérine	8055	1,0%	93,9%
EdT LAUSANNE	5859	0,7%	94,6%
ESSC SUBRIEZ	5720	0,7%	95,3%
JARDIN BOTANIQUE	5471	0,7%	96,0%
RECORDON 1	5461	0,7%	96,7%

Bâtiment	Potentiels (CHF)	Part potentiel	Part potentiel cumulé
SAN AIGLE	5226	0,7%	97,4%
CESAR-ROUX 29 31	4427	0,6%	98,0%
CESAR-ROUX 2	4161	0,5%	98,5%
CESAR-ROUX 19	3841	0,5%	99,0%
CFPF	2495	0,3%	99,3%
GYMNASE DE BEAULIEU	2447	0,3%	99,6%
PC GOLLION	1426	0,2%	99,8%
ELYSEE 4	797	0,1%	99,9%
ETSC	676	0,1%	100,0%
GYMNASE DE CHAMBLANDES	122	0,0%	100,0%
<b>TOTAL - tous les bâtiments</b>	<b>783705</b>	<b>100,0%</b>	
<b>TOTAL - bâtiments prioritaires</b>	<b>633074</b>	<b>80,8%</b>	

Le potentiel d'économie annuel du parc est calculé selon les statistiques de consommations du parc immobilier suisse issues des bâtiments sous contrat avec energo. Le potentiel d'économie total résiduel du parc immobilier s'élève à 783'705 CHF par année en tenant compte de toutes les consommations d'énergie (chaleur, électricité et eau). Ce potentiel est significatif et mérite toute l'attention.

Avec 16 bâtiments du parc, il est possible d'atteindre 80.8 % du potentiel total d'économie financière, soit 633'074 CHF. Il est donc important de se concentrer sur ces bâtiments afin de maximiser l'impact sur la consommation globale du parc. Le graphique ci-dessous présente ces résultats. **Dans le but de maximiser l'impact sur la consommation du parc, il faut prioriser les interventions selon la liste ci-dessus.** Une liste définitive des bâtiments retenus est disponible dans la conclusion.



## 7. Recommandations

- Vérifier la cohérence des données de consommation pour les bâtiments ou l'étiquette énergie ou l'indice de dépense de chaleur semble incorrect (energo)
- Mettre en œuvre une démarche d'optimisation dans les bâtiments prioritaires ou la faisabilité a été avérée *in-situ* par une visite dans le bâtiment (audit de potentiel)
- Digitaliser les informations du bâtiment sur la plateforme energoTOOLS (schéma de principe, schéma de comptage)
- Continuer à former les exploitants à l'utilisation du nouvel outil de suivi energoTOOLS pour qu'ils puissent profiter pleinement des nouvelles fonctionnalités (détection d'événements, alarmes, etc.) et leur présenter le rapport afin qu'ils voient le résultat de leur travail
- Utiliser de manière accrue le module « événement » et « journal d'intervention » pour documenter toutes les dérives et garantir la sauvegarde de l'information
- Mettre en place un processus pour l'intervention sur site en cas des dérives
- Compléter la mise en place du suivi de la consommation d'eau pour le groupe GR7
- Faire le point sur les bâtiments/sites où les données sont uniquement disponibles par la facturation
- Identifier les bâtiments où l'installation de la télérelève est prioritaire (car il y a des difficultés à obtenir la donnée).
  - o Critères : consommation totale annuelle, qualité des relevés manuels, difficulté à obtenir les données de facturation, etc.
- Mettre en place un suivi des paramètres de régulation des installations techniques dans les bâtiments où une optimisation a lieu (module Installations sur energoTOOLS) pour augmenter la maîtrise des consommations d'énergie
- Equiper les exploitants d'une tablette ou smartphone, pour ceux qui en ont besoin
- Ajouter la production du PV dans Tener et energoTOOLS y c. autoconsommation

## 8. Conclusion

Pour donner suite aux recommandations, le DGIP a établi la liste suivante :

Bâtiment	SRE (m2)	Potentiels (CHF)	Part potentiel	Audit énergétique	Début optimisation	Convention d'objectifs Grand consommateur *	Optimisation de fin de mandat constr./assain.
CENTRE BLECHERETTE	37 668	97 236	12,4%	2017		2019	
HEIG-VD	27 106	62 306	8,0%	2018		2019	2017
EPSIC	19 660	59 758	7,6%	2019		2019	
BAP	18 091	58 887	7,5%	2018		2019	
CPNV	16 804	45 010	5,7%	2017		2019	
GYMNASE DE MORGES - CEPM	26 701	41 711	5,3%	2017		2019	
DOMAINE DE GRANGE-VERNEY	8 478	41 407	5,3%	2017	2019		
COFOP	13 480	34 331	4,4%	2018	2019		
ERACOM	10 675	33 283	4,2%	Projet d'assainissement			
ETML	21 023	30 683	3,9%	2018		2019	
DOMAINE DE MARCELIN	14 003	30 002	3,8%	2017		2019	
HEP	27 580	26 267	3,4%	2018	2015	2019	
GYMNASE DE BURIER	21 281	24 361	3,1%	2018	2019		
GYMNASE AUGUSTE PICCARD	15 130	16 387	2,1%	2018	2019		
SAN LAUSANNE	5 401	15 800	2,0%	2017	2019		
GYMNASE DE NYON CEPN	27 456	15 645	2,0%		2018		2018
CEPV	11 205	15 380	2,0%	2018	2019		
GYMNASE DU BUGNON	9 085	13 963	1,8%				
EPMC	5 261	13 734	1,8%				
ESSANTE	6 925	13 080	1,7%				
GYMNASE DE LA CITE	6 886	10 442	1,3%				
GYMNASE D'YVERDON	17 280	9 806	1,3%	2017			
EX-EFILM	4 602	9 172	1,2%				
EPO	26 201			2017		2019	2019
Palais de Rumine	21 076			2017		2019	
La Croisée	9 686			2017		2019	

\* La signature de la convention d'objectifs cantonale donne le départ de la mise en œuvre des actions de performance énergétique qui comprend des mesures d'optimisation mais également des assainissements énergétiques rentables.

Mise à part le bâtiment de l'ERACOM, dont l'enveloppe sera assainie ces prochaines années, tous les bâtiments prioritaires du chapitre 6.5 ont déjà fait l'objet d'un audit énergétique. Ces audits sont soit, exigés par la loi sur l'énergie pour les grands consommateurs (GC), soit exigés par le Canton en fin de mandat de construction ou d'assainissement, soit réalisés à la suite du rapport énergie 2017. S'ajoute à cette liste des bâtiments prioritaires 2018 le CEPV et le Gymnase d'Yverdon qui étaient prioritaire en 2017 et les grands consommateurs des EPO, de La Croisée et du Palais de Rumine.

Les sites à suivre sont au nombre de 19; 12 grands consommateurs et 8 pour les optimisations. La HEP apparaît dans la colonne de l'optimisation et celle des GC, le début de l'optimisation étant antérieure à la démarche GC. La mise en œuvre des actions de performance énergétique identifiées sera en principe confiée aux bureaux spécialisés mandatés pour les audits. Dans certains cas, ils pourraient être confiés aux mandataires d'entretien des sites, s'ils démontrent des compétences reconnues dans ce domaine.

EnergOTOOLS sera l'outil principal pour le suivi des résultats. Certains sites seront suivis par le bureau Enerplan avec son outil Optimise.

Le volume de travail engendré par ces prestations, encore relativement nouvelles pour la DGIP, en tout cas de cette importance, ne permet pas d'ajouter de nouveaux bâtiments à auditer en 2019 pour des questions de ressources internes. Le très important potentiel d'économie d'énergie identifié sur les sites susmentionnés, qui dépasse le 80% du potentiel total, montre qu'il est cohérent de donner la priorité à ces sites pour obtenir un meilleur rapport coût-bénéfice.

Il est donc décidé que pour 2019 les recommandations mentionnées dans le chapitre 7 seraient mises en œuvre mais qu'aucun nouveau bâtiment ne sera audité. L'effort sera placé dans le suivi des mises en œuvre des actions de performance énergétique identifiées dans les rapports d'audits énergétiques.

## 9. Annexe

### 9.1. Annexe 1 : définir son potentiel d'économie d'énergie grâce à energoTOOLS

#### Introduction

##### energostat: un tableau de bord pour maîtriser l'énergie

Le secteur bâtiment recèle un important potentiel d'économie d'énergie. Comment pleinement en profiter ? Deux approches bien distinctes le permettent: D'une part, optimiser l'exploitation du bâtiment, méthode qui n'entraîne aucun investissement majeur et permet d'obtenir à court terme des économies d'énergie de l'ordre de 10%. D'autre part, assainir le bâtiment, ce qui engendrera des frais importants mais aussi un rendement probant à long terme.

Afin de limiter les coûts, le gestionnaire de bâtiments devra d'établir des priorités dans les bâtiments à transformer et fixer des objectifs. Cette démarche ne peut se faire sans une vision globale et un contrôle précis des résultats. Cela implique qu'il devra parfaitement connaître son parc immobilier et être en mesure de comparer les objets entre eux.

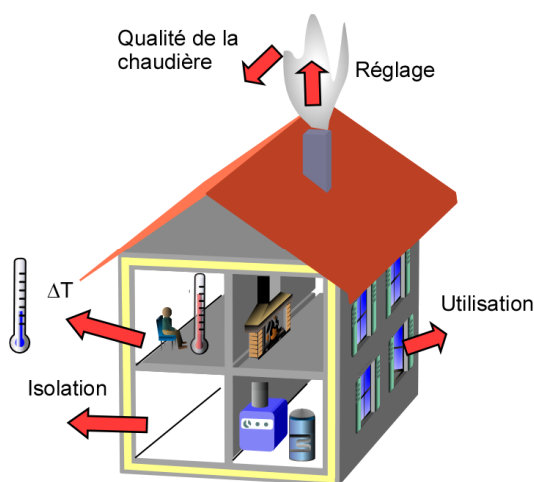


figure 1: évaluation de l'efficacité énergétique des bâtiments

Pour répondre à ces exigences **energo**, association regroupant l'ensemble des consommateurs d'institution publique de Suisse, a développé energostat, un modèle statistique spécifique adapté à la gestion des parcs de bâtiments.

Véritable tableau de bord énergétique, energostat permet de planifier et de contrôler les actions d'économies d'énergie. En comparant les bâtiments de même type entre eux, il permet aussi bien une approche locale, dans le service des bâtiments d'une commune, qu'une approche globale, au niveau Suisse.

##### Evaluer l'efficacité énergétique

En général, l'évaluation de l'efficacité énergétique des bâtiments nécessite un examen approfondi des bâtiments. Cependant, quand le nombre de bâtiments est très élevé, une visite de chacun d'eux est trop coûteuse. L'efficacité énergétique doit donc être évaluée dans un premier temps de façon simple, afin d'opérer une sélection initiale des bâtiments dont le potentiel est important.

##### Classifier les bâtiments

Le modèle energostat répartit les parcs de bâtiments publics Suisses selon les typologies de bâtiments SIA. La caractérisation se base sur la classification de la consommation totale annuelle des bâtiments, en fonction de leurs tailles spécifiques (nombre d'employés, de lits, d'élèves...), de leurs surfaces et si possible des deux facteurs.

Afin de représenter le potentiel d'économie réalisable dans le parc de bâtiments, des limites d'économies « probables » et « presque certaines » peuvent être établies en fonction de la taille et/ou de la surface.

Cette classification se base sur les hypothèses suivantes:

1. L'économie « probable » réalisable pour des bâtiments de petite taille est supposée exister si sa consommation se trouve au-dessus de la moyenne des consommations pour une taille donnée.
2. Pour les grands bâtiments, le domaine d'économies « presque certaines » se situe au-dessus de la moyenne.

En d'autres termes, plus le bâtiment est grand, plus le potentiel d'économie est élevé pour un indice énergétique spécifique (par employé, lits, élèves, etc.) ou surface constant.

Un potentiel d'économie à faibles coûts est également défini en supposant un gain réalisé grâce à l'optimisation de l'exploitation, et non par un assainissement.

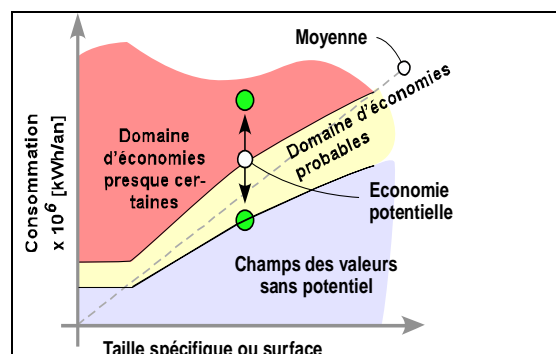


figure 2: évaluation du potentiel d'économie

## Mise en place du modèle

La mise en oeuvre d'energostat a débuté en 2002. Elle a nécessité l'élaboration d'une banque de données et d'instruments de saisie permettant l'enregistrement des valeurs énergétique de chaque objet. Dans un second temps, energo a promu le système auprès de toutes les instances Suisses. Avec succès, puisque 10 cantons et 2 offices fédéraux ont répondu favorablement à son appel.

### Les données acquises

En collaboration avec les partenaires cantonaux et fédéraux, la première récolte des données durant les années 2003-2004 a permis de réunir des données de consommation de chaleur, d'électricité et d'eau de plus de 1'300 bâtiments. Les données les plus complètes sont celles relatives à la chaleur. Pour la première phase, c'est donc sur la consommation de chaleur que les bâtiments ont été caractérisés, selon 7 types :

1. Bâtiments administratifs
2. Centres d'entretien
3. Etablissements médicaux sociaux
4. Hôpitaux
5. Ecoles primaires
6. Gymnases
7. Habitations

L'analyse des consommations présente une grande efficacité dans l'appréciation des potentiels d'économie. Par contre, elle ne permet pas de discerner les bâtiments dont l'utilisation ou la conception est particulière. Des données complémentaires peuvent s'avérer nécessaires pour évaluer les spécificités de bâtiments et expliquer une consommation anormale. Pour cette raison et dans la mesure du possible, des indications telles que présence de piscine ou de restaurant ont été acquises, ces données pouvant considérablement modifier la signature énergétique d'un bâtiment.

### Comment le parc de bâtiments évolue t'il ?

L'image des consommations énergétiques des bâtiments Suisses au début du troisième millénaire ainsi dressée permet de mettre à jour les données, déjà anciennes, récoltées et analysées par Wick (1984).

Durant les vingt dernières années, l'efficacité énergétique des logements a notablement augmenté. Partant du principe qu'un parc de bâtiments peut être grossièrement décrit par les distributions de ses indices, on observe très clairement que cette distribution s'est déplacée vers de plus faibles valeurs, car le parc des habitations dont nous disposons provient principalement d'un partenaire ayant instauré une politique active d'assainissement.

Depuis les données récoltées par Wick en 1984, la prise de conscience en matière d'économie d'énergie et les nouveaux types d'installations ont permis d'améliorer de façon évidente le parc de bâtiments, lorsque la volonté était présente. Les immeubles et habitations possédaient en moyenne un indice énergétique de 820 MJ/(m<sup>2</sup> an), alors qu'actuellement, les données indiquent une moyenne de 580 MJ/(m<sup>2</sup> an) et une variance de 230 MJ/(m<sup>2</sup> an). Ce résultat est déjà proche de la norme SIA rénovation, qui indique comme valeur limite approximative 500 MJ/(m<sup>2</sup> an), la valeur cible étant établie à 300 MJ/(m<sup>2</sup> an). La figure 3 montre l'évolution possible d'un parc de bâtiment et les objectifs qui peuvent être fixés à long terme, i.e. la valeur cible. Un autre parc de bâtiments plus restreint de la région lausannoise présente également une évolution comparable aux données de Wick, mais, compte tenu des normes SIA, une marge d'économie existe clairement.

Cette analyse montre une évolution globale du parc de bâtiments. Elle est due à une évolution de la qualité des nouvelles et anciennes constructions, assainies lorsque les propriétaires avaient une politique active en matière d'économie d'énergie.

L'optimisation proposée par energostat va vraisemblablement modifier le type de distribution des indices puisqu'elle va surtout intervenir sur les bâtiments dont les indices sont élevés. Néanmoins, si de nouvelles constructions devaient être insérées dans energostat, la distribution devrait conserver les mêmes propriétés.

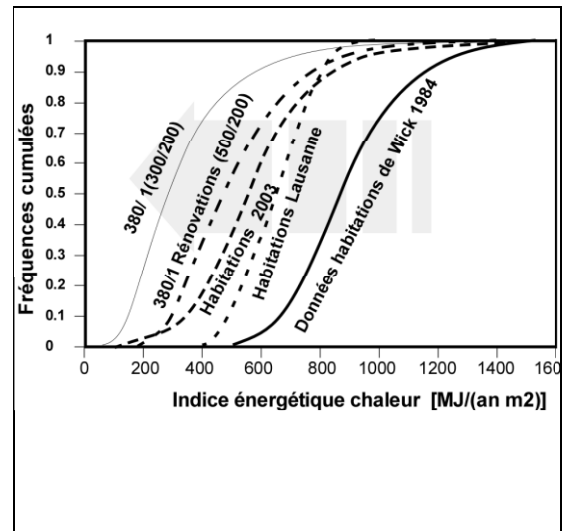


figure 3: données énergétiques acquises et leur représentation



## La méthode

### Distribution des indices énergétiques "log-normale"

En Suisse, la distribution des indices énergétiques a été étudiée pour plusieurs types de bâtiments (Wick, 1984 ; Veska...). Lorsque le nombre de données est suffisant, la distribution des indices énergétiques spécifiques ou surfaciques se présente toujours sous la même forme. On peut ainsi démontrer que cette distribution est de type « log-normale ».

En effet, les fondements des lois statistiques indiquent qu'une valeur qui est le résultat du produit de variables aléatoires se répartit selon une loi log-normale. Ainsi, cette distribution ne fait que refléter le fonctionnement d'un bâtiment par rapport à sa consommation de chaleur.

Ce type de distribution n'est pas surprenant pour un processus tel que le chauffage d'un bâtiment, car les effets sont essentiellement multiplicatifs. Pour exemple, la demande de chaleur d'un bâtiment dépend de son enveloppe, ainsi que de la consommation de la chaudière et de son rendement, ces deux facteurs se multipliant. D'autres effets multiplicatifs s'y superposent également.

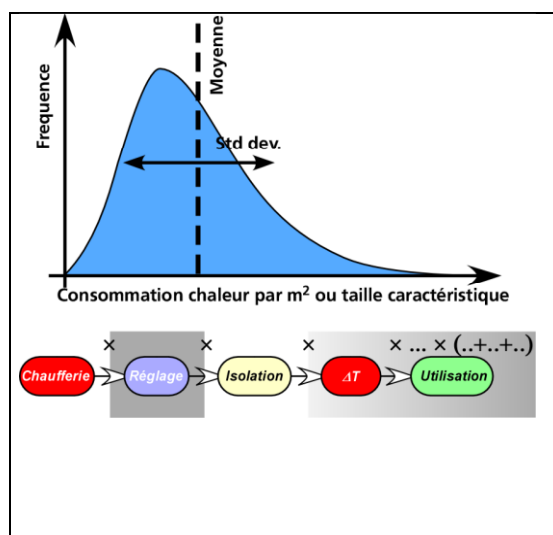


figure 4: Distribution de type log-normale des indices

Sachant que les indices se répartissent selon une loi définie, il est justifié d'utiliser cette variable en tant qu'outil de sélection des bâtiments. La consommation est ainsi analysée en fonction des tailles caractéristiques (nombre d'élèves, employés...) et des surfaces des bâtiments. Suivant la consommation pour une taille ou une surface donnée, on peut supposer qu'un bâtiment possède un certain potentiel d'économie.

energostat a développé un outil de qualification basé sur deux principes simples :

1. **Pour une taille spécifique ou une surface donnée, le potentiel d'économie est d'autant plus grand que la consommation est élevée.** Si la consommation est élevée, cela signifie qu'il y a une plus grande chance qu'une surconsommation existe. Même si la consommation se justifie par le type de fonctionnement, une consommation élevée indique souvent un processus plus complexe et donc davantage de possibilités d'intervenir.

2. **Le potentiel énergétique augmente avec la taille du bâtiment pour une valeur d'indice énergétique donnée.** Un grand bâtiment possède moins d'échange avec l'extérieur qu'un petit. La complexité de ces installations est plus grande, ce qui permet plus facilement de présenter un potentiel d'optimisation.

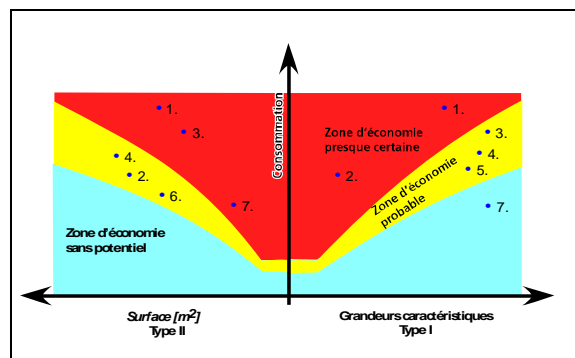


figure 5: zones de potentiel d'économie

Pour chaque type de bâtiments, les limites qui séparent les domaines d'économies potentielles du domaine des économies presque certaines sont établies en fonction des données acquises au niveau Suisse. En principe, lorsque toutes les données requises sont disponibles, la qualification s'effectue en considérant qu'un bâtiment qui présente un potentiel d'économie dans les deux graphiques "taille spécifique-consommation" et "surface-consommation" présente plus de chance de posséder un potentiel d'économie que si le potentiel n'apparaît que dans un des deux graphiques.

Cependant, dans de nombreux cas, ces deux types de données ne sont pour le moment pas accessibles. Dès lors, on se contente dans un premier temps des résultats fournis par l'un des deux graphiques.

Pour établir les graphiques, toutes les données de consommations de chaque année sont utilisées car elles fournissent par la statistique une variabilité de consommation des bâtiments.

### Comment s'effectue la sélection ?

Il est impératif d'intervenir sur le plus petit nombre de bâtiments, afin de limiter les coûts et le temps d'intervention. Les bâtiments qui présentent le plus grand potentiel sont identifiés afin que la probabilité d'atteindre l'objectif soit optimale. La sélection suit donc deux principes :

1. Les bâtiments sont classés par ordre d'appartenance aux domaines d'économie (graphiques de la figure 6).
2. Au sein de ces classes, la priorité est établie sur la base du gain potentiel.

Lorsque l'on estime le gain potentiel d'un parc de bâtiments, tous ceux qui présentent soit une **économie potentielle** soit une **économie presque certaine** sont classés selon les critères 1 et 2, puis le gain est rapporté à la consommation totale du parc. Les gains pour certains bâtiments qui se situent au-dessus de 20% sont ramenés à 20%.

Pour l'ensemble du parc de bâtiments, le potentiel est calculé en tenant compte de la moyenne des consommations, alors que pour des données spécifiques la moyenne et la dernière année enregistrée sont utilisées pour analyser le potentiel d'économie.



**Les résultats**

Seuls les types de bâtiments comportant suffisamment de données ont pu être exploités dans l'interprétation statistique. Pour cette raison, nous nous sommes limités dans un premier temps à sept types de bâtiments :

- a. Bâtiments administratifs
- b. Centres d'entretien
- c. Etablissements médicaux sociaux
- d. Hôpitaux
- e. Ecoles primaires
- f. Gymnases
- g. Habitations

La représentation proposée permet de rapidement se faire une idée de la consommation des bâtiments. Les résultats sont en général en bonne adéquation avec les ordres de grandeurs fournis par la norme SIA 380/1. Le tableau ci-dessous présente les résultats et caractéristiques utilisés pour établir les graphiques (figure 6).

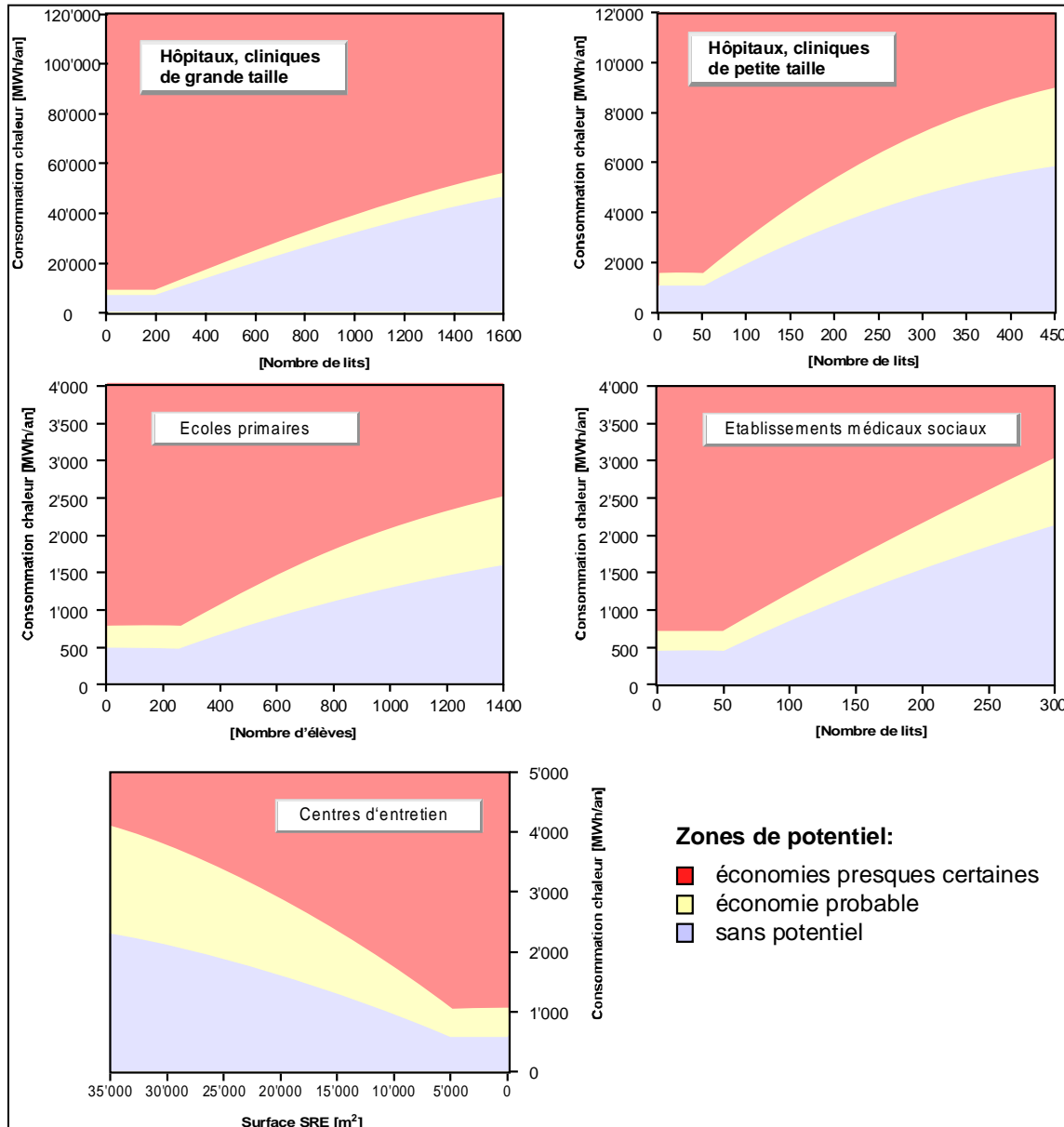


figure 6: évaluation de potentiels d'économie de différents types de bâtiments

## Le potentiel d'économie

Sur la base des graphiques "taille spécifique – consommation" et "surface – consommation" (figure 6), une évaluation des potentiels d'économie a été réalisée à partir de l'un des graphiques, ou, pour certains cas, à partir des deux. Les valeurs de potentiel d'économie ont été établies par rapport à la limite définissant la zone sans potentiel (limite entre le jaune et blanc). Les bâtiments ont été classés en fonction des zones potentielles d'économies presque certaines (zone rouge) et potentielles d'économies probables (zone jaune) par consommations décroissantes (lorsque le potentiel dépasse 20%, la valeur attribuée a été ramenée à 20%).

Pour chaque type de bâtiments étudiés, cette procédure a permis de définir le nombre moyen de bâtiments qui présente un potentiel d'économie et le pourcentage d'économie par rapport à la consommation totale du parc de bâtiments. Pour les différents types d'objets, une économie de 6 à 13% devrait être réalisée en intervenant sur 3 à 44% des bâtiments. Une économie probable de 10 à 16 % peut être réalisée en intervenant sur 7 à 78% des bâtiments.

Le regroupement de toutes les données en un seul parc indique que 10% d'économies peuvent être réalisées en intervenant sur environ 13% des bâtiments. Une économie probable de 14% peut être atteinte en intervenant sur 30% des bâtiments.

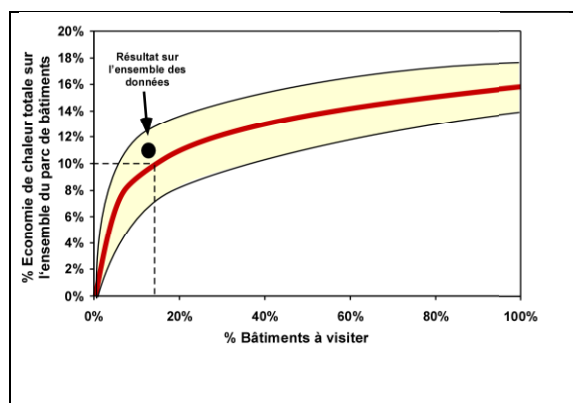


figure 7: pourcentage de bâtiments et d'économie totale

## L'interprétation

Partant du principe qu'un potentiel d'économie presque certain ou probable peut s'associer avec un pourcentage moyen de bâtiment à optimiser, il est possible de représenter, par un graphique "pourcentage de bâtiments et d'économie totale" (figure 7), les résultats obtenus pour tous les parcs. Notons que le potentiel d'un parc dépend de la dispersion des données. Plus les données sont dispersées et moins le nombre de bâtiments à investiguer est important. Au contraire, lorsque le parc est assez homogène, de nombreux bâtiments présentent un potentiel certain, toutefois de plus faible importance.

Globalement, les parcs de bâtiments très variables présentent un important potentiel d'économie pour un nombre restreint de bâtiments. Les parcs homogènes, eux, présentent un potentiel plus élevé pour davantage de bâtiments. Dans ce dernier cas, l'économie relative par bâtiment diminue.

La représentation du graphique "pourcentage de bâtiments et d'économie totale" montre qu'un parc présente rapidement un potentiel dans le cas d'une intervention. En effet, les bâtiments grands consommateurs présentent un important potentiel, alors que les bâtiments de petite taille sont plus nombreux et présentent moins de potentiel.

La synthèse de ces données suggère que l'intervention sur 10 à 20 % des bâtiments suffit à réaliser entre 9 et 11% d'économie. L'augmentation des économies est très rapide : appr. 0.7% par pour-cent de bâtiments, alors qu'au-delà de 15% de bâtiments, l'économie n'est plus que de 0.05% par pour-cent de bâtiments.

L'économie potentielle et donc la limite des 10% sont ainsi réalisables en intervenant sur un nombre limité de bâtiments. Puisque l'approche statistique proposée minimise les économies, cet objectif peut très certainement être atteint.

De toute évidence, la majeure partie des économies est réalisée par l'intervention sur un nombre limité de bâtiments. energostat permet de définir l'ordre de priorité d'intervention sur les bâtiments.

Les premiers résultats sont prometteurs: ils donnent non seulement des ordres de grandeur pour les consommations des bâtiments à jour, mais présentent aussi une méthode originale de caractérisation des bâtiments.

## Les perspectives

La nouvelle représentation des données permet d'estimer, à court terme, le potentiel d'économie d'un bâtiment. Les valeurs d'économie obtenues par celle-ci permettent en outre de mettre en évidence les importants potentiels d'économie. D'autre part, si les deux types de graphiques "taille spécifique – consommation" et "surface – consommation" sont accessibles, la sélection des bâtiments est plus fine, car tant les caractéristiques physiques que d'utilisation sont prises en compte. Malheureusement, les données disponibles ne nous permettent la plupart du temps pas de créer de tels graphiques.

En plus de la caractérisation, la base de données permet une analyse fine, mais surtout un suivi et une estimation des potentiel de parc de bâtiments (par exemple dans la perspective d'une taxe sur le CO<sub>2</sub>). Enfin, point non négligeable, les graphiques seront directement mis à jour en fonction de l'évolution du parc de bâtiments.

Auteur:  
Michel Jaboyedoff, Professeur Physicien –  
Dr. Sc. Terre  
Université de Lausanne,  
Institut de géomatique et d'analyse du risque

## 9.2. Annexe 2 : Module disponibles sur energoTOOLS

### Une plateforme modulaire



**Ingénieur**  
Base de données des consommations d'énergie et calculs



**Outil de saisie**  
Saisie par smartphone des données de consommation (en ligne et hors ligne)



**E-documents**  
Classeur d'exploitation du bâtiment de la conception à l'exploitation



**Événements**  
Analyse automatique des consommations et détection d'événements



**Journal d'intervention**  
Journal des événements d'exploitation et d'intervention

LIGHT



**Benchmark light**  
Positionnez vos bâtiments dans le parc Suisse



**F.A.Q**  
Groupes de discussion, réponse aux questions fréquentes



**Documentation**  
Base de données et documentation sur l'exploitation optimale

Des **outils supplémentaires** viennent compléter les modules de base afin de s'adapter aux besoins spécifiques.



**Benchmark**  
Analyse macro et reporting de la consommation de votre parc de bâtiment



**CO<sub>2</sub>**  
Module permettant de valoriser financièrement le CO<sub>2</sub> économisé



**Indice de dépense de chaleur**  
Calcul de l'IDC pour répondre aux exigences légales



**Mazout**  
Prévision de l'autonomie et optimisation des livraisons



**Grand consommateur**  
Plan d'action et suivi des résultats de la démarche selon les exigences légales



**Installations**  
Inventaire des installations du bâtiment



**Rapport personnalisé**  
Création de rapports personnalisés



**Interfaçage**  
Communication ouverte avec d'autres systèmes (MCR, GTB, GMAO, télérélevé)

MODULES DE BASE

MODULES MEMBRES

MODULES COMPLÉMENTAIRES



**Modules sur mesure**  
Possibilité de créer des modules sur mesure afin de répondre précisément aux attentes de chacun.

64