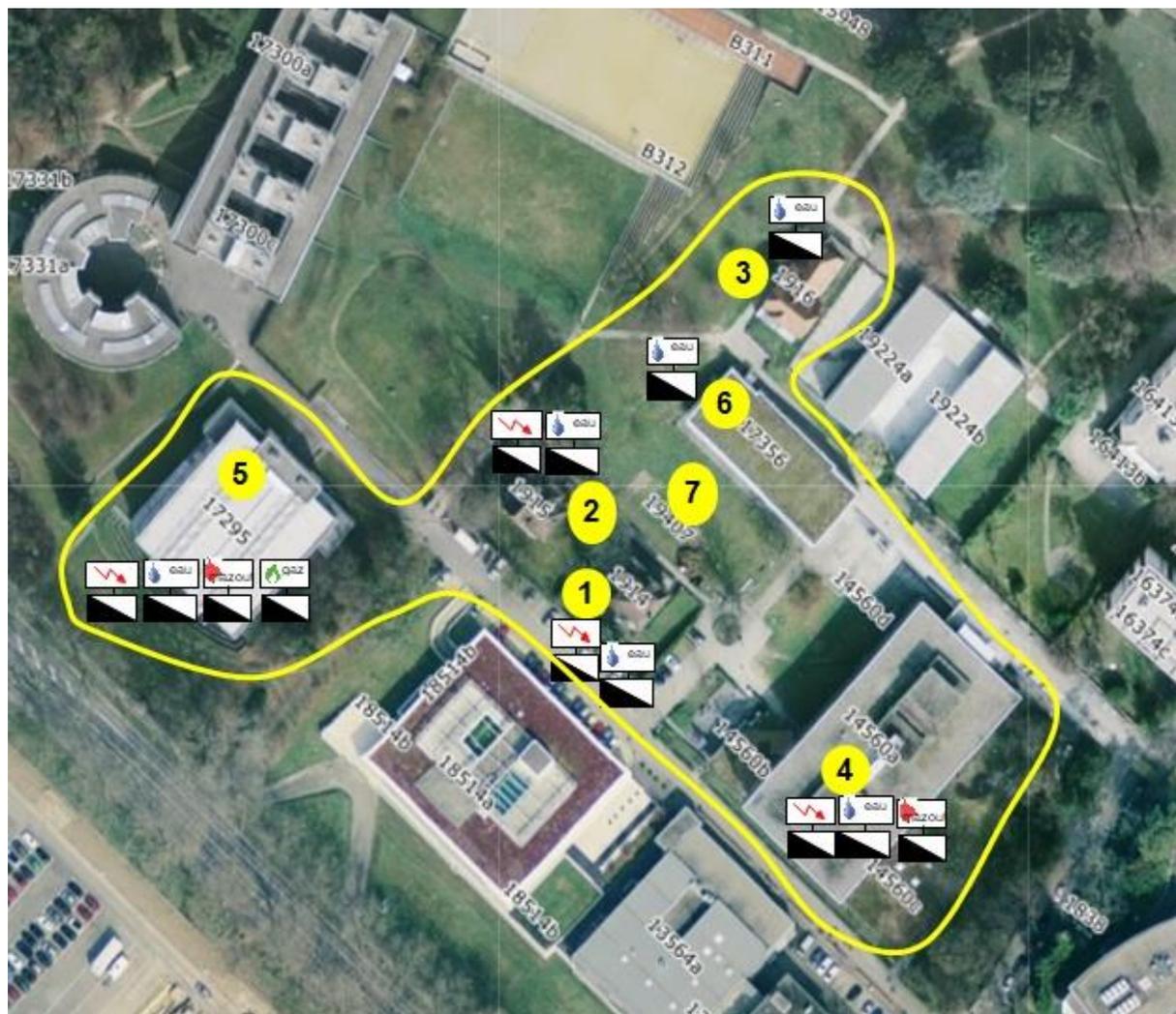


Étude de consommation & du potentiel  
d'optimisation  
**SIPaL (Etat de Vaud)**



Plan Action Energie (PAE)  
**Rapport consommations 2017**

Yoan Pétremand  
Rapport du 31 octobre 2018

# Table des matières

<b>1. Introduction</b>	<b>3</b>
<b>2. Méthodologie</b>	<b>4</b>
2.1. Indicateurs de consommation	4
2.2. Identification du potentiel	4
2.3. Suivi énergétique sur energoTOOLS	5
2.3.1. Définition des périmètres	5
2.3.2. Indicateurs clés	5
2.3.3. Méthodologie utilisée pour le suivi énergétique	6
<b>3. Parc immobilier</b>	<b>7</b>
<b>4. Evolution des consommations d'énergie</b>	<b>10</b>
4.1. Chaleur	10
4.1.1. GR1 - Gymnases	12
4.1.2. GR2 – Écoles professionnelles	14
4.1.3. GR3 – Hautes écoles	16
4.1.4. GR4 – Bâtiments administratifs	17
4.1.5. GR5 – Bâtiments judiciaires/militaires	19
4.1.6. GR6 – Centres d'entretien / gendarmerie	21
4.1.7. GR7 – Établissements pénitentiaires	22
4.1.8. Global	24
4.2. Electricité	27
4.2.1. GR1 – Gymnases	27
4.2.2. GR2 - Ecoles professionnelles	28
4.2.3. GR3 - Hautes écoles	29
4.2.4. GR4 - Bâtiments administratifs	30
4.2.5. GR5 - Bâtiments judiciaires / militaires	31
4.2.6. GR6 - Centres d'entretien / gendarmerie	32
4.2.7. GR7 - Etablissements pénitentiaires	33
4.2.8. Global	34
4.3. Eau	37
4.3.1. GR1 – Gymnases	37
4.3.2. GR2 - Ecoles professionnelles	37
4.3.3. GR3 - Hautes écoles	38
4.3.4. GR4 - Bâtiments administratifs	38
4.3.5. GR5 - Bâtiments judiciaires / militaires	39
4.3.6. GR6 - Centres d'entretien / gendarmerie	40
4.3.7. GR7 - Etablissements pénitentiaires	40
4.3.8. Global	40
<b>5. Identification des potentiels</b>	<b>42</b>
5.1. Méthodologie	42
5.2. Chaleur	43
5.3. Electricité	45
5.4. Eau	46
5.5. Global	48
<b>6. Recommandations</b>	<b>51</b>
<b>7. Conclusion</b>	<b>51</b>
<b>8. Annexes</b>	<b>52</b>
8.1. Annexe 1 : données de consommation 2017	53
8.2. Annexe 2 : définir son potentiel d'économie d'énergie grâce à energoTOOLS	59
8.3. Annexe 3 : Module disponibles sur energoTOOLS	64

## 1. Introduction

L'objectif de ce rapport est de faire un bilan de la consommation d'énergie du parc de bâtiments de l'État de Vaud pour l'année 2017 et d'identifier les potentiels d'optimisation énergétique.

### *Les objectifs du SIPaL*

Le SIPaL 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 telerelève des compteurs d'énergie. La mise en place du suivi énergétique sur cette plateforme pour les bâtiments du SIPaL est en cours et permettra un suivi des consommations d'énergie en continu.



### *Les réalisations 2017*

- Développement de la passerelle TENER-energoTOOLS
- 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
- Établissement des signatures énergétiques en cours de réalisation sur les sites principaux

### *A venir en 2018*

- Formation des services techniques à l'utilisation d'energoTOOLS / gestion des plaintes de confort / brève introduction à l'optimisation des installations techniques
- Fin de la mise en place du suivi énergétique sur energoTOOLS
- Développement d'indicateurs personnalisés sur la plateforme energoTOOLS
- Intégration des données des nouveaux bâtiments construits par le SIPaL

## 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 SIPaL 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

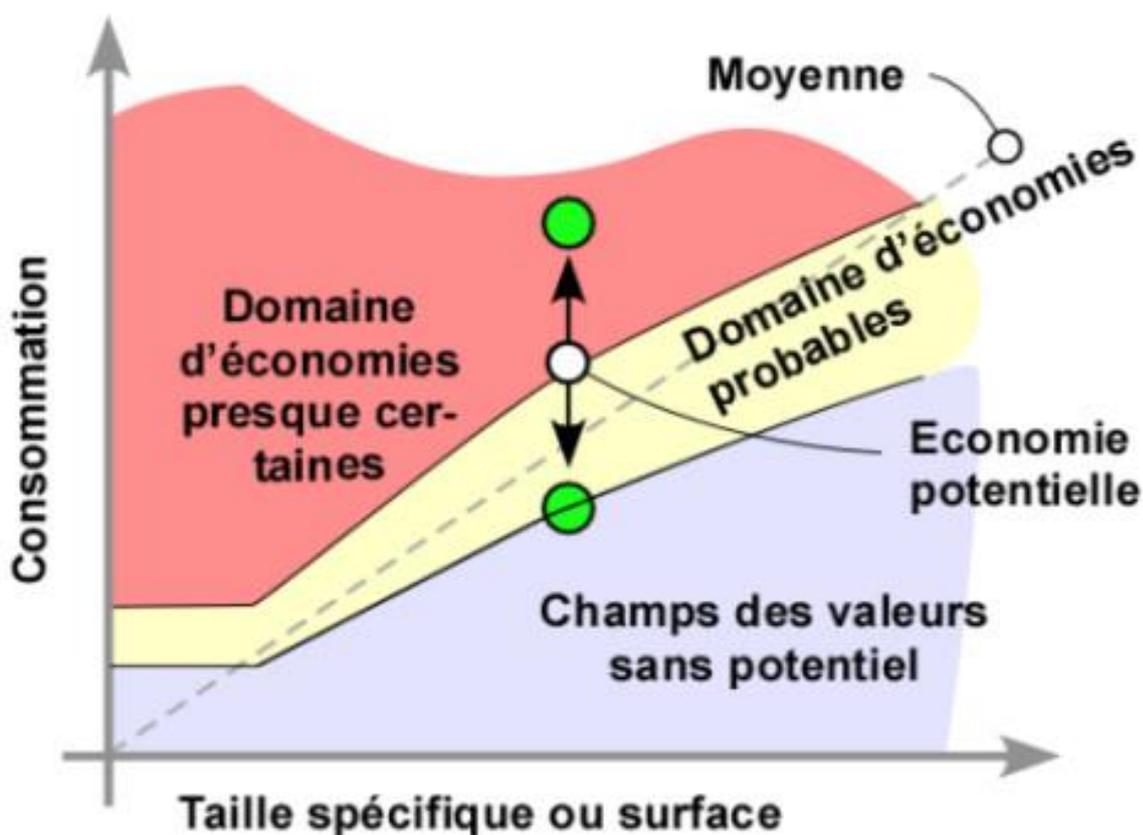


Figure 1 - évaluation du potentiel d'économie

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 schémas sont disponibles sur la plateforme.

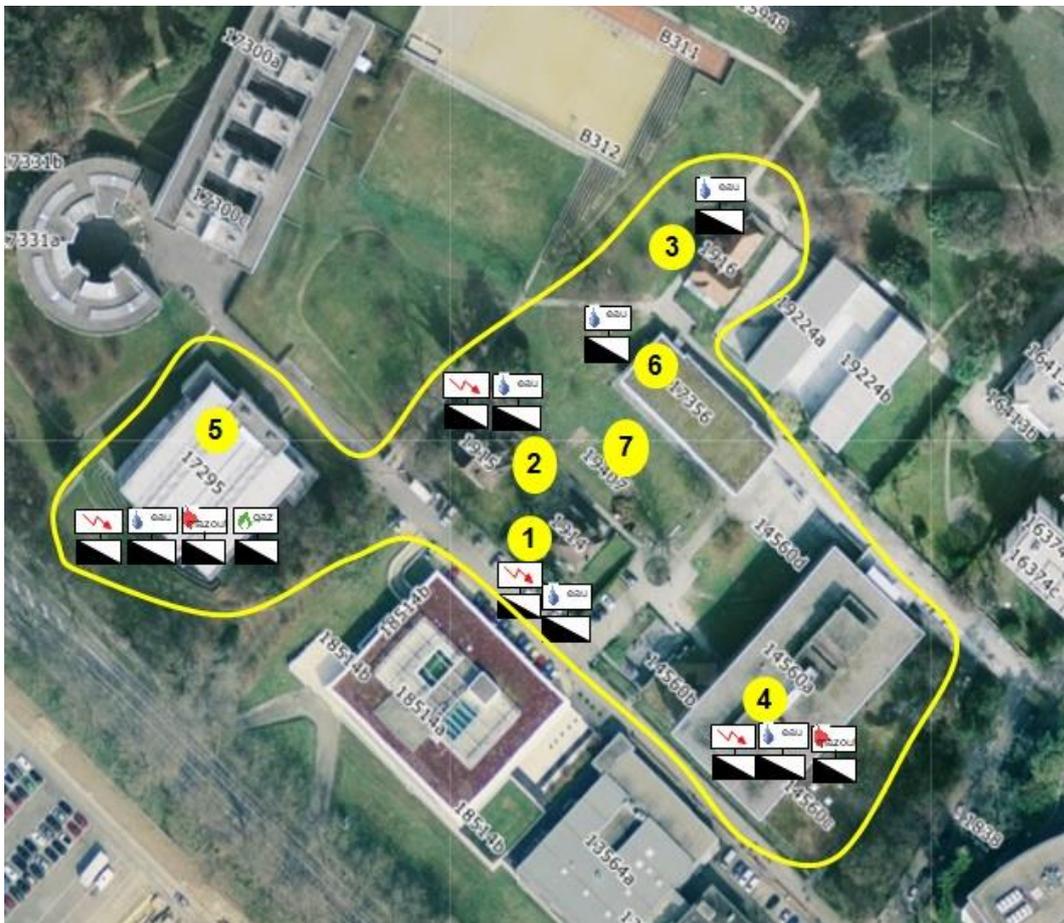


Figure 2 – exemple de périmètre

### 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 sites grâce à seulement quelques indicateurs clés présentés ci-dessous :

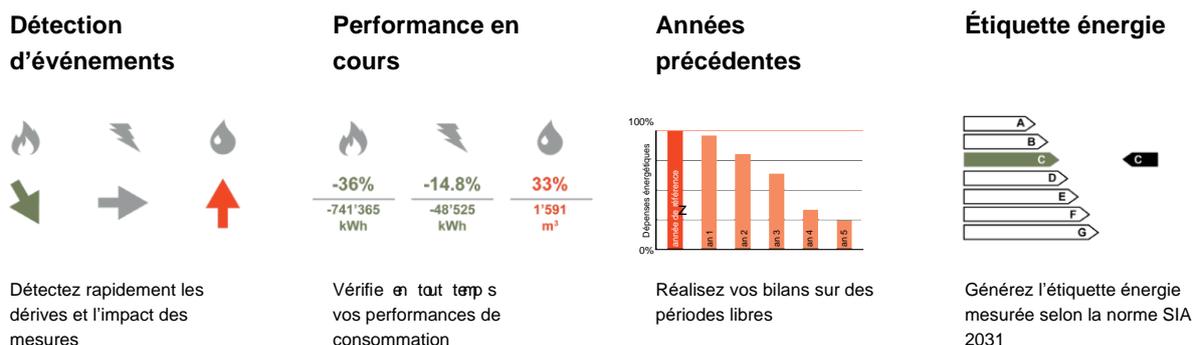


Figure 3 - indicateurs clés

### 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.

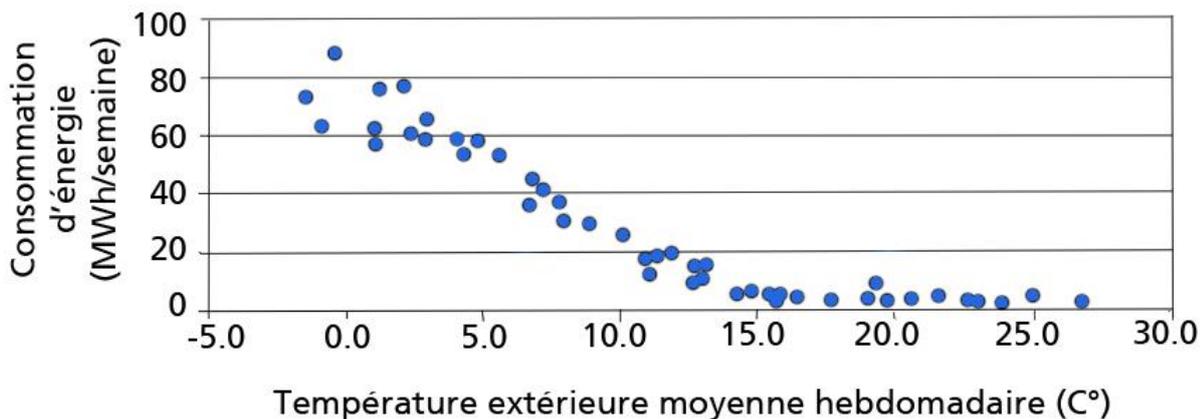


Figure 4 - nuage de point de la signature énergétique

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.

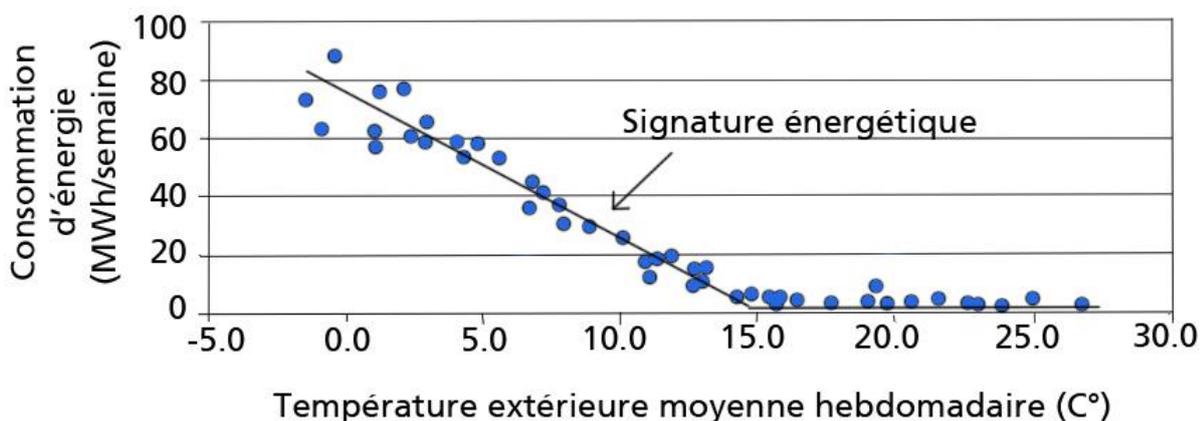


Figure 5 - signature énergétique de référence

Un suivi individuel par site 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. Parc immobilier

Le parc immobilier se compose de 255 bâtiments répartis en 7 groupes par catégorie d'activités. La composition du parc est similaire au rapport de l'année précédente. Les bâtiments considérés ont une surface de référence énergétique de plus de 2000 m<sup>2</sup>. 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



**Figure 6** – composition du parc (Source : Rapport SIPaL 2017)

La consommation totale du parc en 2017 (sans les sites avec des données indisponibles) est résumée ci-dessous. Le nombre de sites pris en compte est indiqué en dessous :



**51'462'697 kWh**  
**54 sites / 56**



**21'217'085 kWh**  
**52 sites / 56**



**149'746 m<sup>3</sup>**  
**46 sites / 56**

Le tableau suivant présente le détail des consommations, ainsi que des surfaces de référence énergétiques pour chaque site du parc en 2017. Les données avec un 0 n'étaient pas disponibles ou incohérentes au moment de la rédaction du rapport. Le gymnase de Renens (CEOL) n'est pas disponible dans le rapport car les données ne sont pas encore complétées sur tener. Le bâtiment César Roux 19 (HESAV) devra également être ajouté dans le rapport de l'année prochaine.

Groupe	Bâtiment	SRE m <sup>2</sup>	 Chaleur kWh	 Electricité kWh	 Eau m <sup>3</sup>
GR1	Gymnase Auguste Piccard	15 130	1 378 869	0	9 232
GR1	Gymnase de Beaulieu	10 593	772 031	237 751	2 786
GR1	Gymnase du Bugnon	9 085	831 250	191 969	2 637
GR1	Gymnase de Burier	21 281	1 774 953	519 095	16 633
GR1	Gymnase de Chamblandes	10 582	580 873	205 783	2 424
GR1	Gymnase de la Cité	6 886	610 869	105 851	2 645
GR1	Gymnase de la Mercerie	6 993	481 834	119 065	1 319
GR1	Gymnase de Morges+CEPM	26 701	1 784 971	1 001 732	4 624
GR1	Gymnase de Nyon	27 456	1 375 815	494 095	7 331
GR1	Gymnase d'Yverdon	17 280	1 177 086	368 009	4 010
GR2	CEPV	11 205	1 058 450	366 061	2 455
GR2	CPNV	16 804	0	547 037	3 152
GR2	César Roux 2	1 764	175 009	27 969	259
GR2	Ecole de la Santé	6 925	713 622	156 206	1 101
GR2	EPCA	5 730	266 299	101 408	892
GR2	EPCL Midi 13	3 148	233 370	49 601	599
GR2	EPCL VJ	7 481	316 021	0	0
GR2	EPMC	5 261	411 936	337 289	2 100
GR2	EPSIC	19 660	1 829 523	591 509	3 434
GR2	ERACOM	10 675	960 093	469 062	1 771
GR2	ETML	21 023	1 024 266	766 546	4 990
GR2	ETSC	1 974	121 844	73 654	167
GR2	ETVJ	4 613	423 990	321 663	1 508
GR2	Domaine de Grange-Verney	8 478	1 247 111	363 143	9 054
GR2	Domaine de Marcelin	14 003	1 095 753	514 274	1 596
GR2	Château de Carouge	3 022	407 031	57 964	1 596
GR2	COFOP	13 480	1 572 822	0	0
GR2	OPTI Centre	4 843	510 990	64 202	0
GR3	HEIG-VD	27 106	1 409 849	1 448 681	8 047
GR3	HEP	23 442	1 706 536	935 379	12 493
GR4	BAC Morges	3 547	356 291	147 952	1 277
GR4	BAC Yverdon	3 461	127 310	84 823	452
GR4	BAP	18 091	1 645 419	828 891	5 512
GR4	BOVERESSES 155	17 010	833 870	539 559	1 371
GR4	César-Roux 29-31	3 010	257 977	162 364	1 956
GR4	Site du Château cantonal	7 282	0	0	0

Groupe	Bâtiment	SRE m <sup>2</sup>	 Chaleur kWh	 Electricité kWh	 Eau m <sup>3</sup>
GR4	Château Grand'Air	1 309	98 126	5 696	119
GR4	Elysée 4	2 797	267 010	78 894	641
GR4	Ex-EFILM	4 602	495 003	185 471	811
GR4	Jardin Botanique	1 527	218 835	66 281	3 311
GR4	Maillefer 35	2 463	192 794	45 501	376
GR4	PC Gollion	8 102	594 433	141 920	1 734
GR4	DINF	10 480	591 085	390 946	1 998
GR4	César Roux 37	1 667	89 634	81 608	379
GR5	Arsenal de Morges	12 024	846 786	225 665	2 740
GR5	Tribunal cantonal de Lausanne	9 342	539 588	177 966	1 432
GR5	Tribunal d'arrondissement d'Yverdon	1 655	132 249	48 204	234
GR6	Centre Blécherette	37 668	5 049 884	2 672 763	14 047
GR6	SAN Aigle	1 210	209 144	68 793	630
GR6	SAN Lausanne	5 401	848 070	395 408	1 870
GR7	Bois Mermet	4 780	1 145 568	426 743	0
GR7	Domaine des EPO	26 201	6 742 161	2 318 327	0
GR7	La Croisée	9 686	1 629 276	822 801	0
GR7	La Tuilière	7 703	1 299 401	485 830	0
GR7	EDM Palézieux	3 817	437 321	278 439	0
GR7	Simplon 43	1 463	197 576	101 243	0

Le total par groupe (GR1-7) est présenté dans le tableau suivant :

Groupe	Bâtiment	SRE m <sup>2</sup>	 Chaleur kWh	 Electricité kWh	 Eau m <sup>3</sup>
<b>GR1 - Tous</b>	Gymnases	151 987	10 768 551	3 243 350	53 641
<b>GR2- Tous</b>	Ecoles professionnelles	160 089	12 368 130	4 807 587	34 674
<b>GR3- Tous</b>	Hautes écoles	50 548	3 116 385	2 384 060	20 540
<b>GR4- Tous</b>	Bâtiments administratifs	85 348	5 767 787	2 759 906	19 938
<b>GR5- Tous</b>	Bâtiments judiciaires / militaires	23 021	1 518 623	451 835	4 406
<b>GR6- Tous</b>	Centres d'entretien / gendarmerie	44 279	6 107 098	3 136 964	16 547
<b>GR7- Tous</b>	Etablissements pénitentiaires	53 650	11 451 303	4 433 383	0
<b>GR1-7- Tous</b>	<b>TOTAL</b>	<b>568 921</b>	<b>51 097 877</b>	<b>21 217 085</b>	<b>149 746</b>

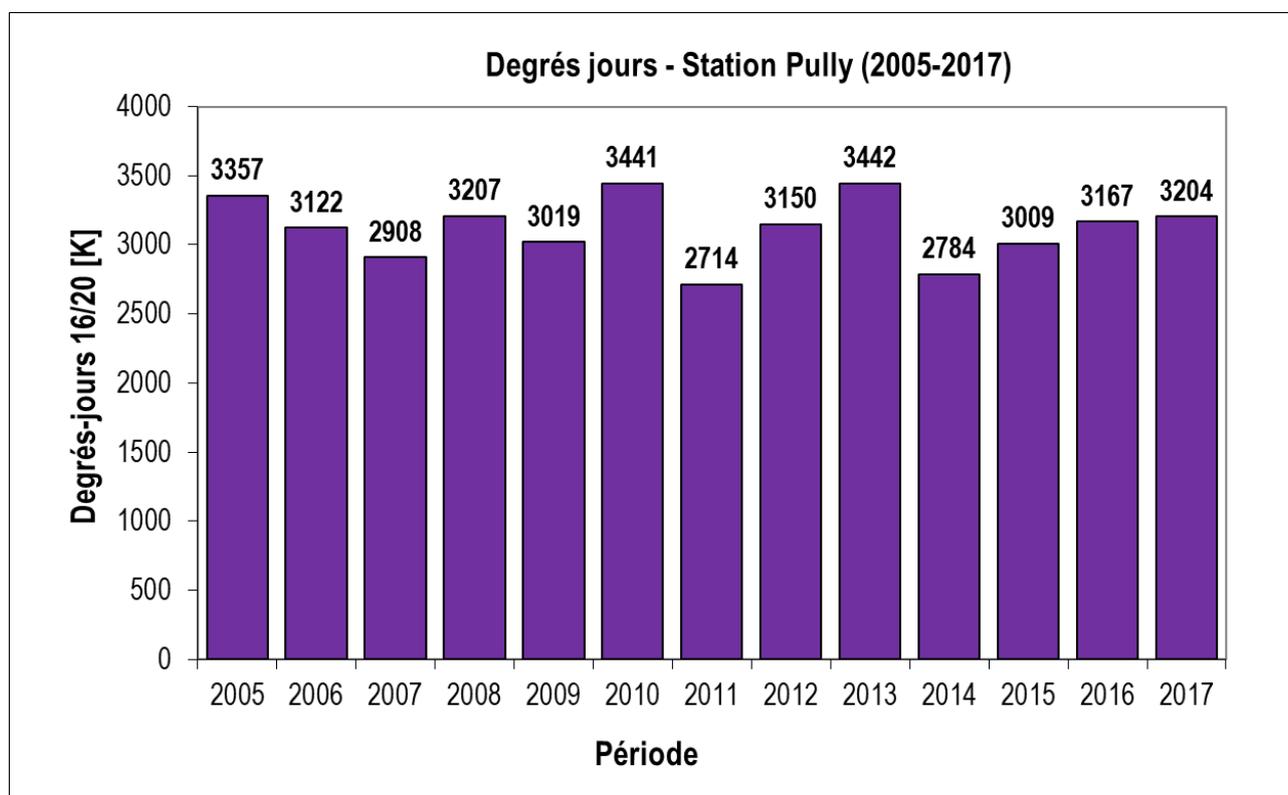
## 4. Evolution des consommations d'énergie

### 4.1. Chaleur

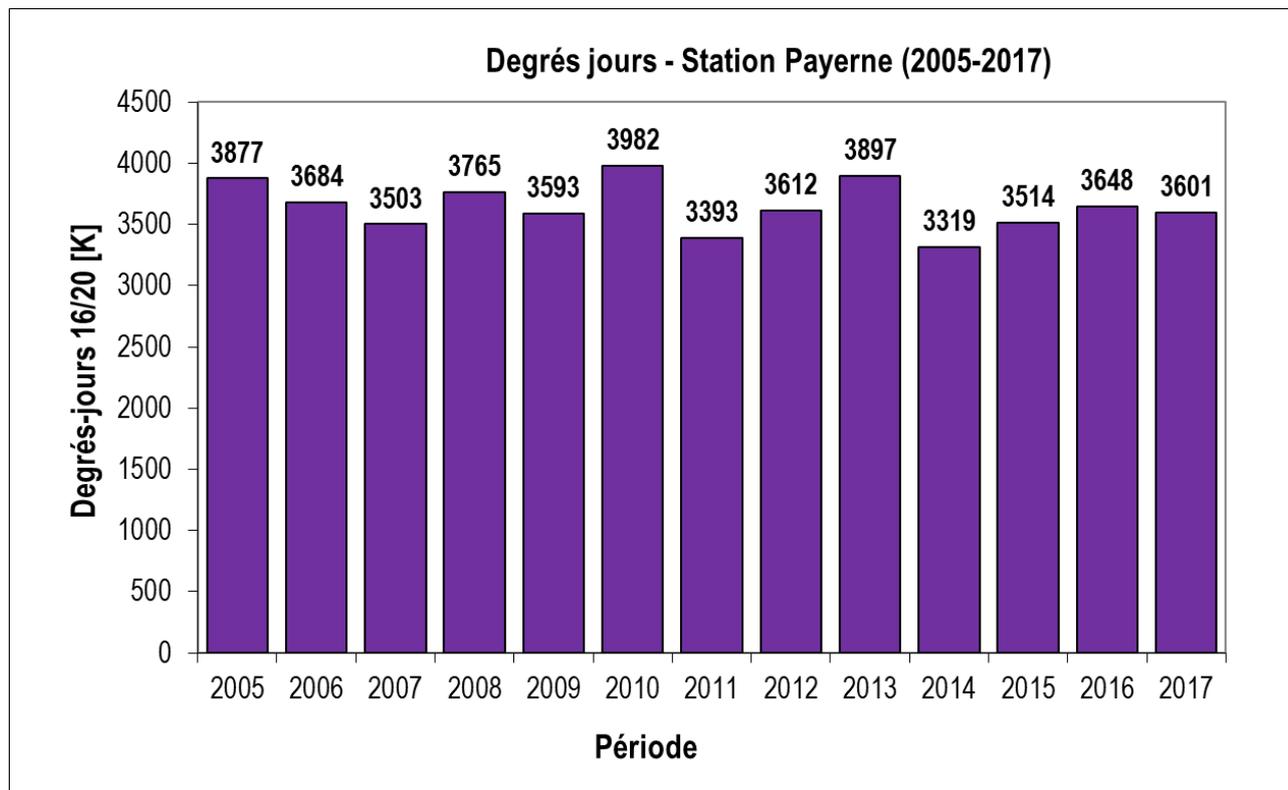
Les consommations de chaleur seront étudiées dans cette partie du rapport. Les données de consommation de chaleur ont été corrigées avec une correction climatique (degrés-jours). Les degrés jours ont été calculés sur une base 16/20 à partir des données de MétéoSuisse pour les stations suivantes (sur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

- Pully
- Payerne
- La Frétaz

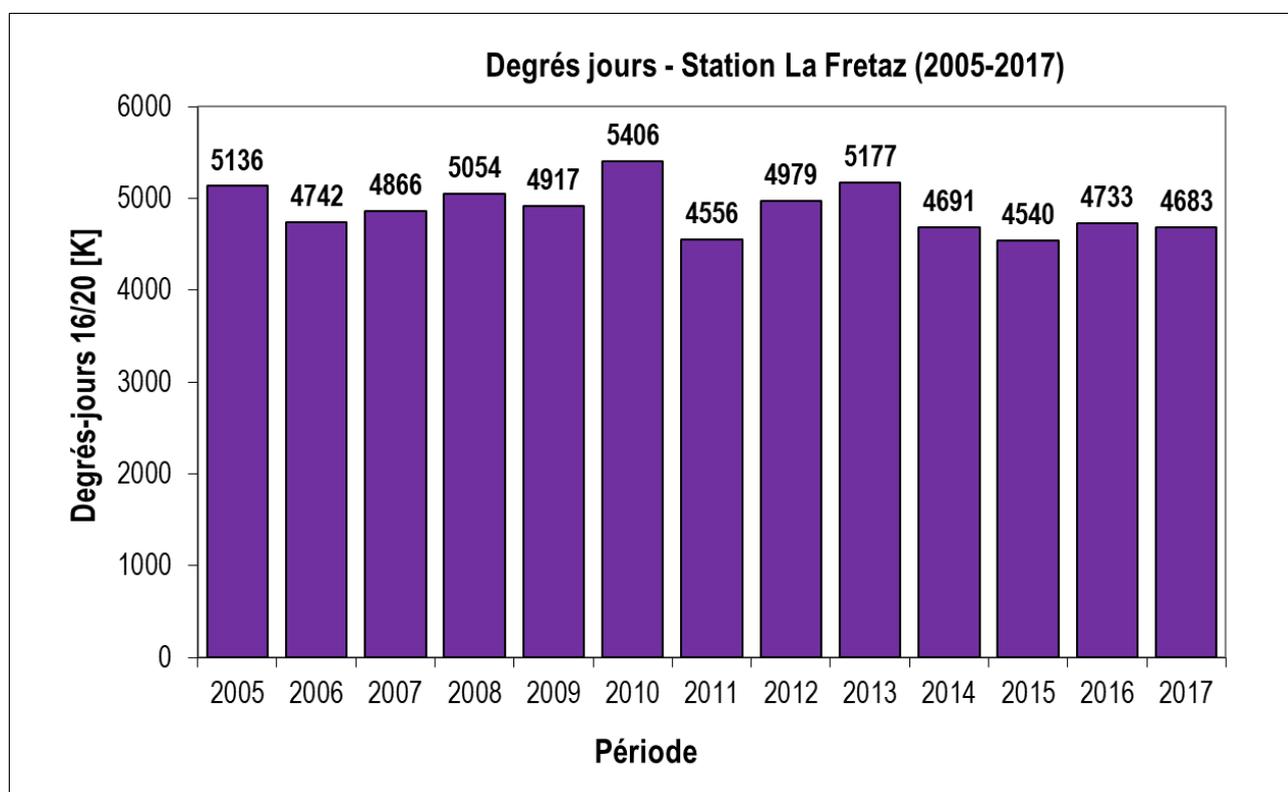
Ce graphique présente l'évolution des degrés jours pour la station de Pully de 2005 à 2017.



Ce graphique présente l'évolution des degrés jours pour la station de Payerne de 2005 à 2017.

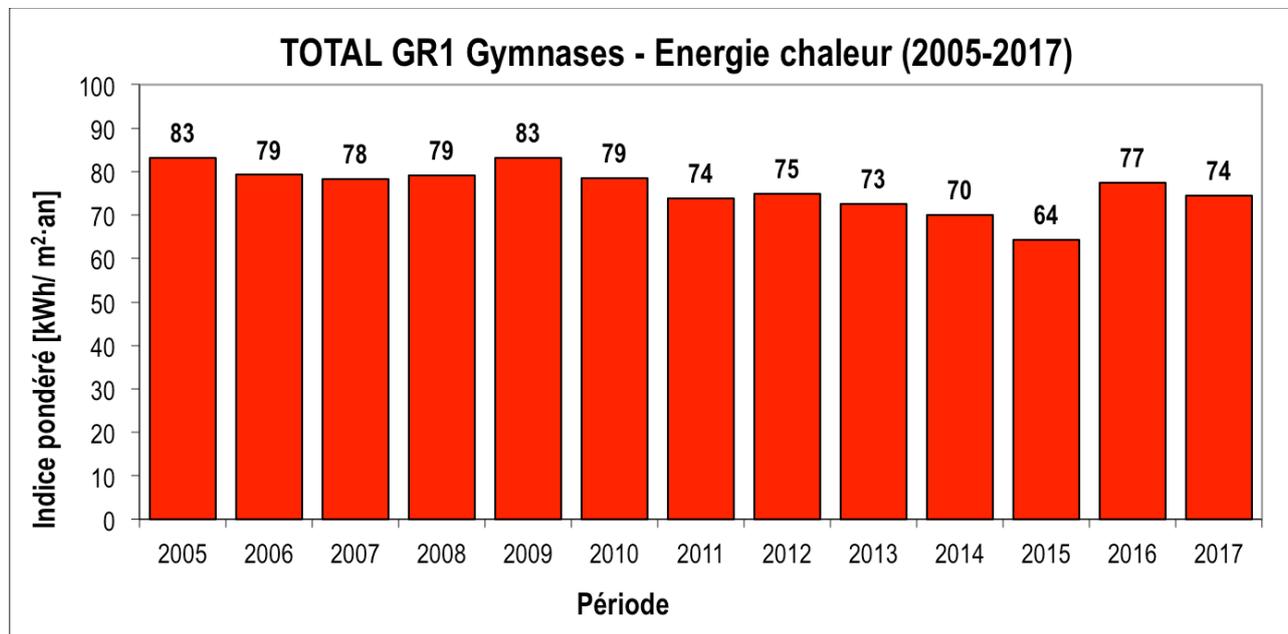


Ce graphique présente l'évolution des degrés jours pour la station de la Fretaz de 2005 à 2017.



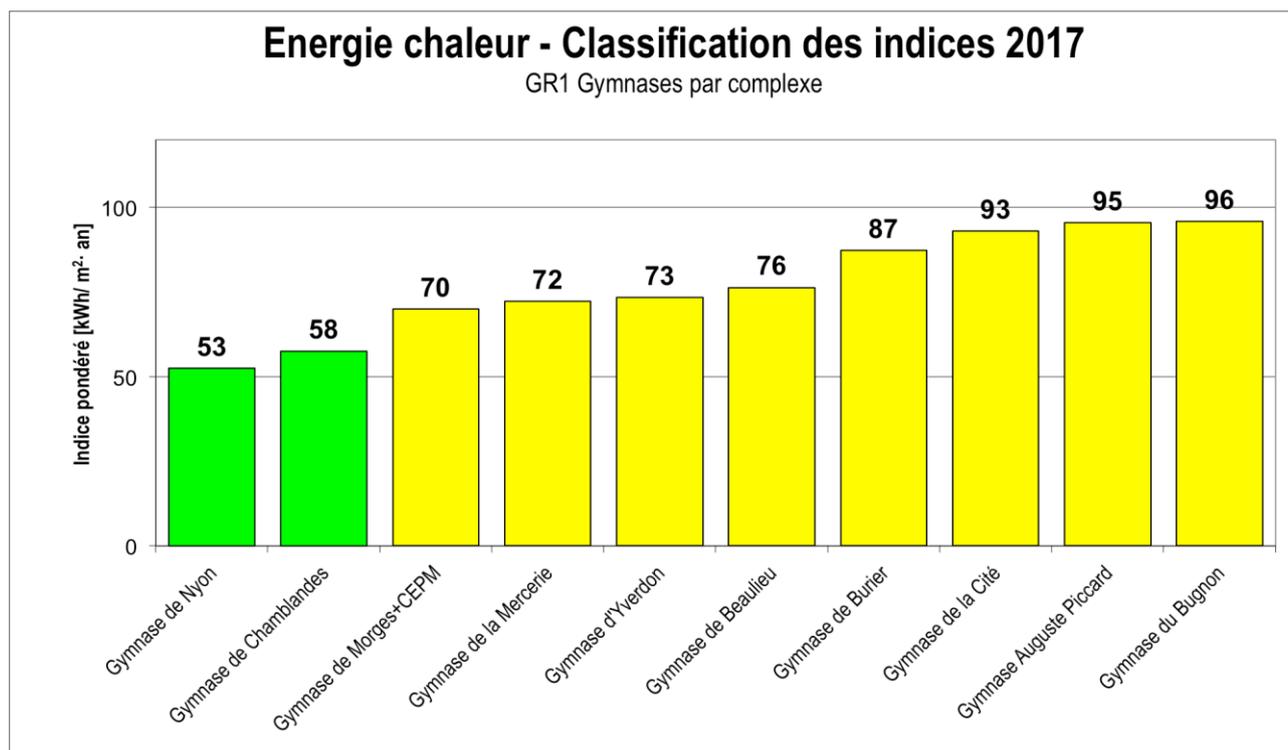
### 4.1.1. GR1 - Gymnases

Tous les bâtiments ont des données saisies et cohérentes pour l'année 2017. La tendance de l'indice pondéré est à la baisse entre 2016 et 2017 (-3.9 %). Le saut de 2015 à 2016 s'explique par une hausse d'indice dans la plupart des gymnases (la cause est à déterminer).



Le graphique suivant présente les indices par bâtiment. Les couleurs correspondent aux différentes classes de l'étiquette énergie. Les limites de ces classes sont présentées ci-dessous.

- 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  $Q_h \leq 120 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{an}$



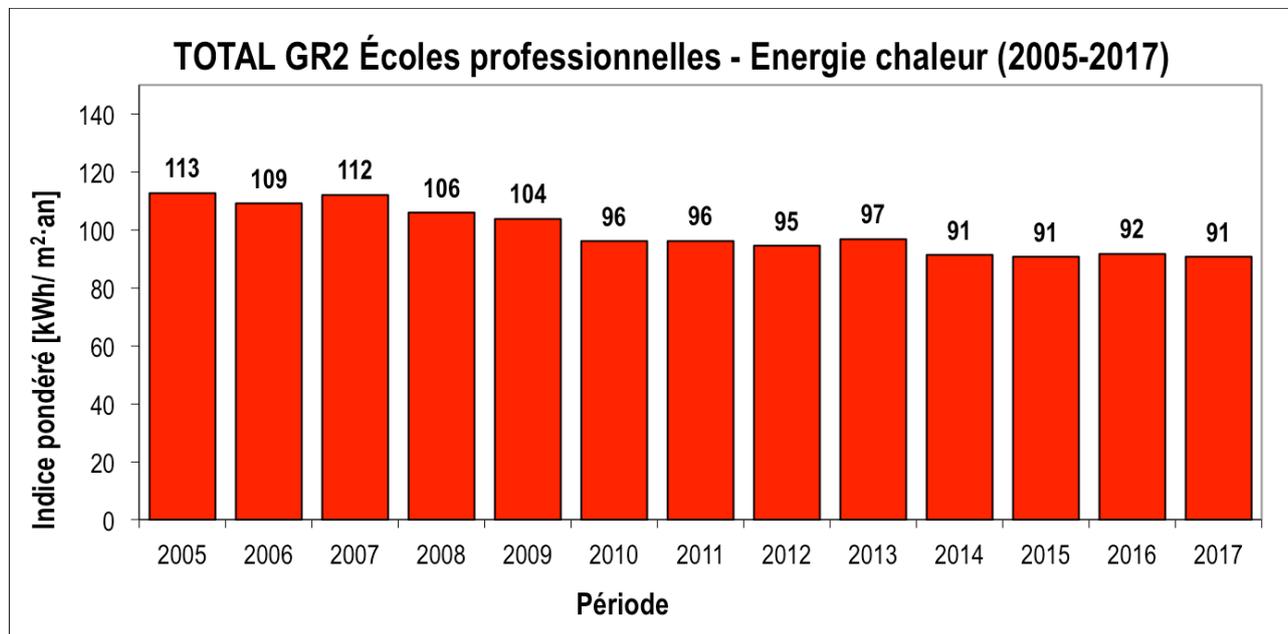
**Commentaires :**

- Tous les bâtiments de ce groupe ont une tendance à la baisse ou stable de 2016 à 2017, ce qui démontre une bonne gestion de ces installations.
- La consommation du Gymnase Auguste Piccard est stable entre 2016 et 2017, alors qu'elle avait tendance à dériver ces dernières années. Il faut cependant explorer les mesures d'optimisation permettant de réduire la consommation à l'état avant la dérive.

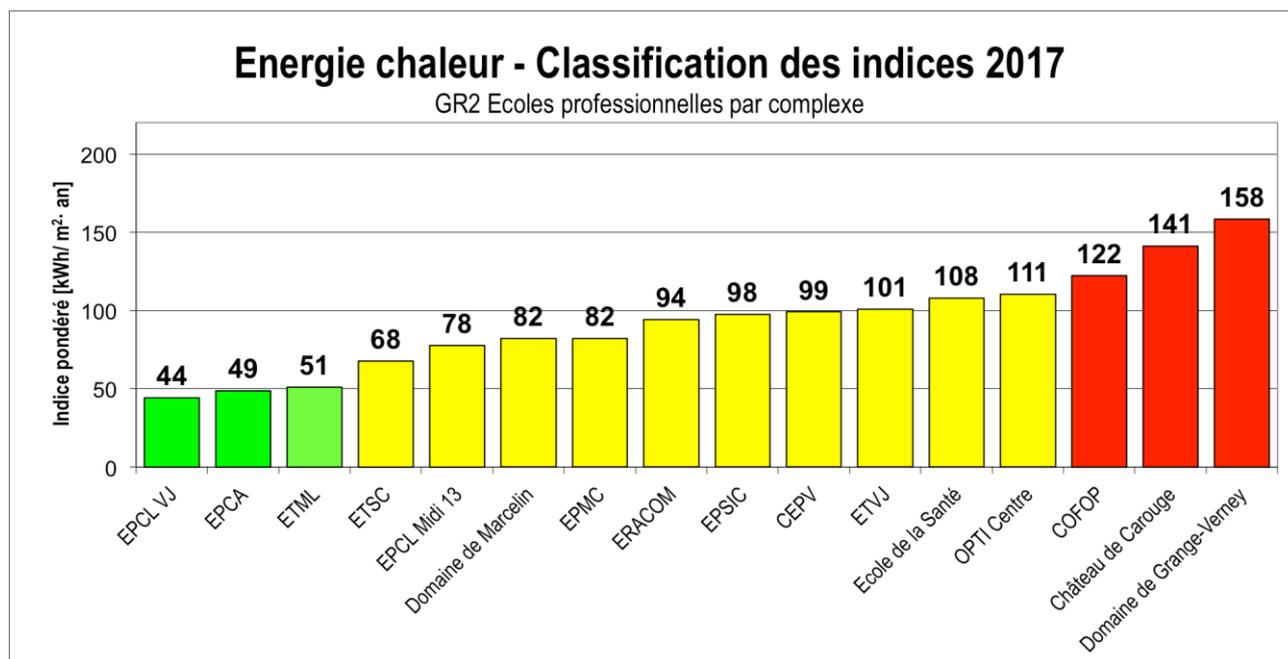
	<b>Indice pondéré 2016 [kWh/m<sup>2</sup>·an]</b>	<b>Indice pondéré 2017 [kWh/m<sup>2</sup>·an]</b>	<b>Ecart 2016- 2017 %</b>	<b>Évolution</b>
Gymnase de Nyon	59	53	-11.49%	↓
Gymnase de la Mercerie	80	72	-10.08%	↓
Gymnase de la Cité	100	93	-7.37%	↓
Gymnase de Chamblandes	60	58	-4.42%	↓
Gymnase du Bugnon	100	96	-4.30%	↓
Gymnase d'Yverdon	76	73	-3.41%	↓
Gymnase de Beaulieu	78	76	-1.70%	→
Gymnase Auguste Piccard	96	95	-0.79%	→
Gymnase de Burier	88	87	-0.73%	→
Gymnase de Morges+CEPM	70	70	-0.44%	→

### 4.1.2. GR2 – Écoles professionnelles

Le bâtiment CPNV a des données incomplètes (que jusqu'à mars 2017) pour la chaleur et a été exclu de l'analyse. La tendance de l'indice de dépense de chaleur est également à la baisse entre 2016 et 2017 (-1 %).



Le graphique suivant présente les indices par bâtiment.



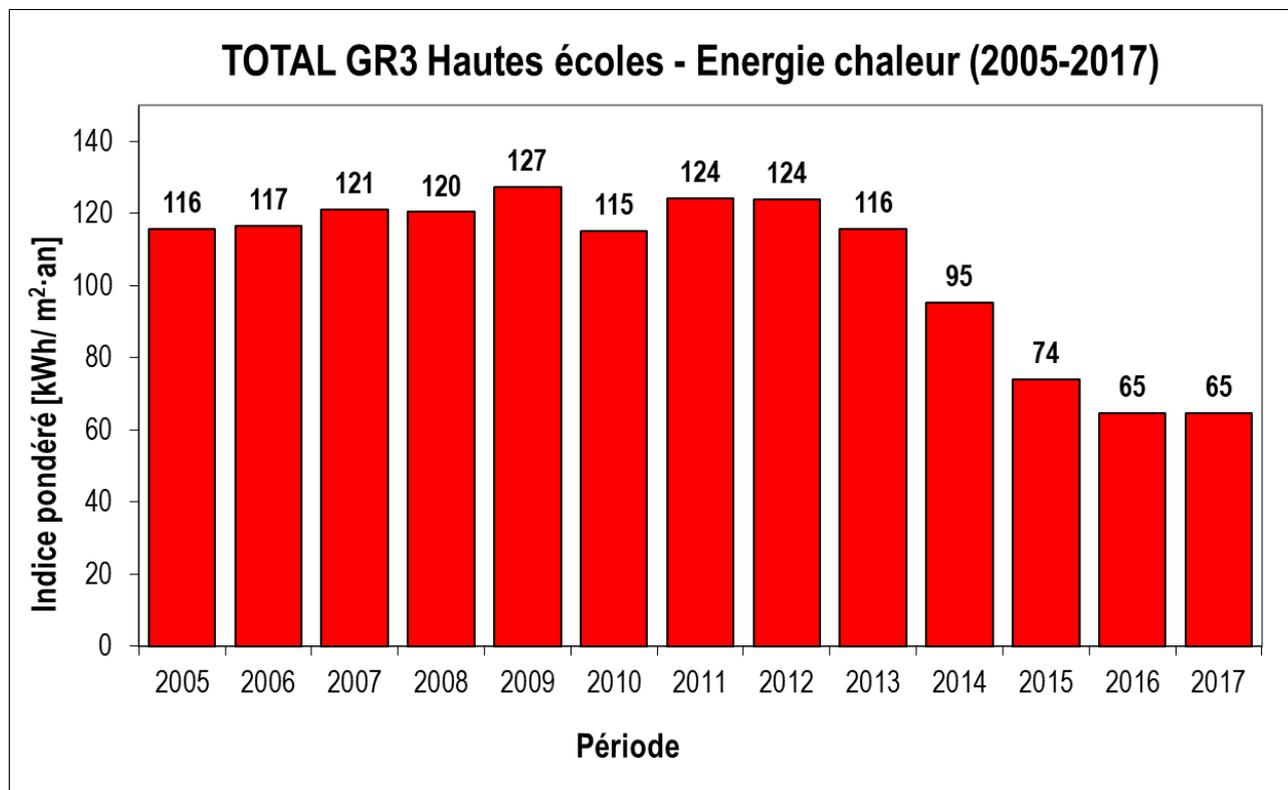
#### Commentaires :

- La hausse de consommation de chaleur du bâtiment COFOP n'est pas expliquée à ce jour mais il se peut que ce soit un problème avec le compteur de chaleur de l'échangeur CAD : à clarifier par la suite
- Plusieurs bâtiments ont un indice qui augmente et doivent être surveillés avec attention : ETSC, Ecole de la Santé, CEPV, EPSIC, EPCA.

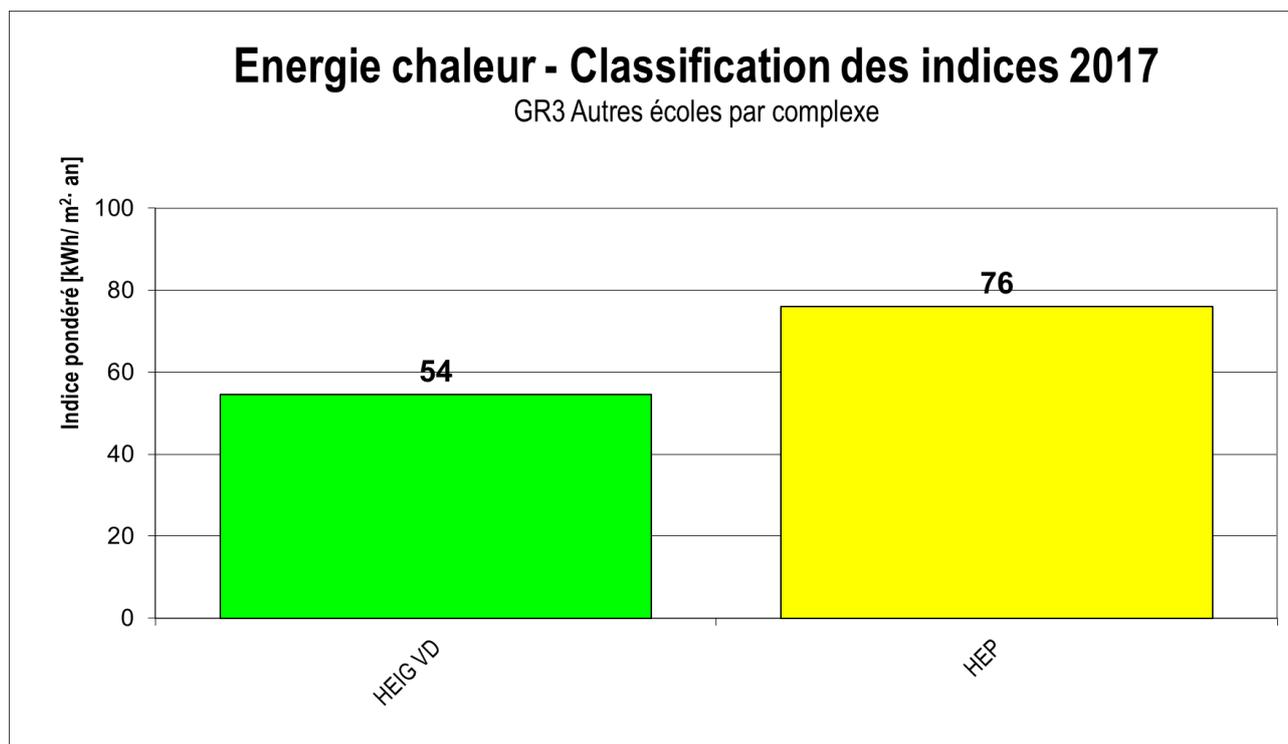
	<b>Indice pondéré 2016 [kWh/m<sup>2</sup>·an]</b>	<b>Indice pondéré 2017 [kWh/m<sup>2</sup>·an]</b>	<b>Ecart 2016- 2017 %</b>	<b>Évolution</b>
ETML	63	51	-19.39%	↓
Domaine de Marcelin	97	82	-15.84%	↓
EPMC	93	82	-12.18%	↓
OPTI Centre	124	111	-11.09%	↓
EPCL VJ	49	44	-8.89%	↓
Domaine de Grange- Verney	165	158	-4.29%	↓
ERACOM	98	94	-4.03%	↓
ETVJ	105	101	-3.99%	↓
Château de Carouge	143	141	-1.36%	→
EPCL Midi 13	78	78	0.17%	→
EPCA	46	49	6.32%	↑
EPSIC	90	98	8.13%	↑
CEPV	90	99	9.93%	↑
Ecole de la Santé	96	108	12.11%	↑
ETSC	59	68	15.54%	↑
COFOP	88	122	39.14%	↑

### 4.1.3. GR3 – Hautes écoles

Toutes les données sont complètes pour cette catégorie et l'indice est stable. Le saut d'indice entre 2013 et 2016 est dû à l'assainissement de la HEIG et également aux économies générées à la HEP.



Le graphique suivant présente les indices par bâtiment.



**Commentaires :**

- Une légère économie est à noter pour la HEP (-6 %) ; il faut paramétrer correctement le total chaleur sur tener. Le périmètre est également à clarifier pour permettre des comparaisons avec le rapport d'Enerplan.
- Une augmentation est également à noter pour la HEIG-VD : à expliquer

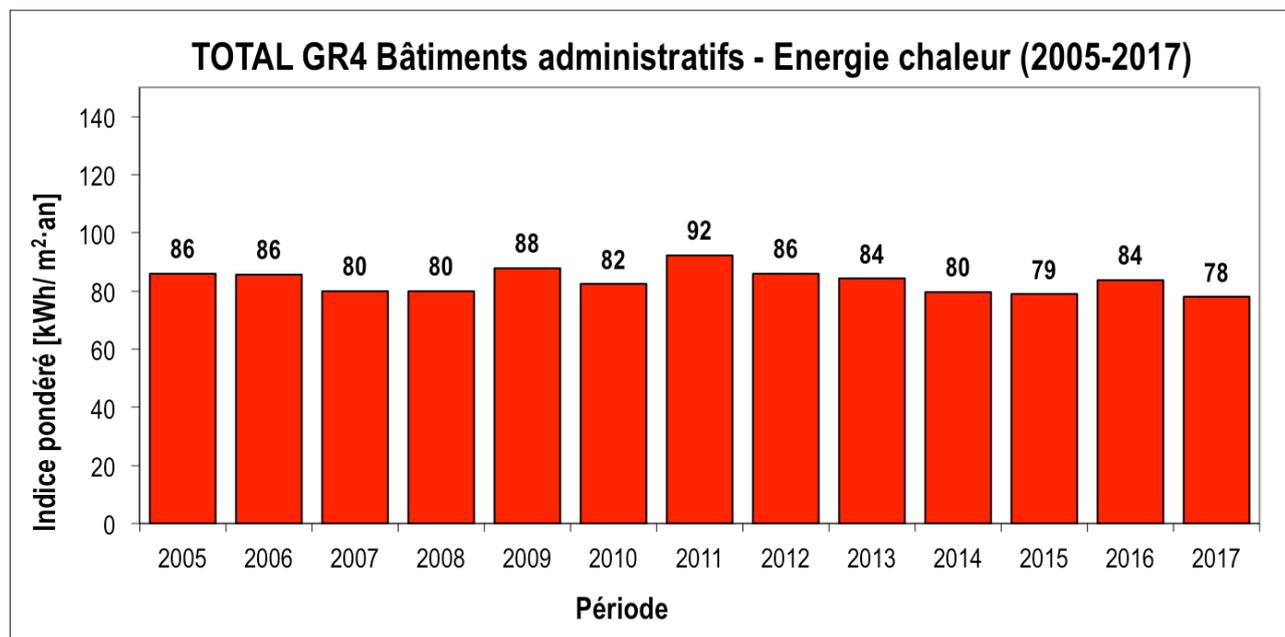
	Indice pondéré 2016 [kWh/m <sup>2</sup> ·an]	Indice pondéré 2017 [kWh/m <sup>2</sup> ·an]	Ecart 2016-2017 %	Evolution
HEIG VD	51	54	7.85 %	
HEP	81	76	-6 %	

**4.1.4. GR4 – Bâtiments administratifs**

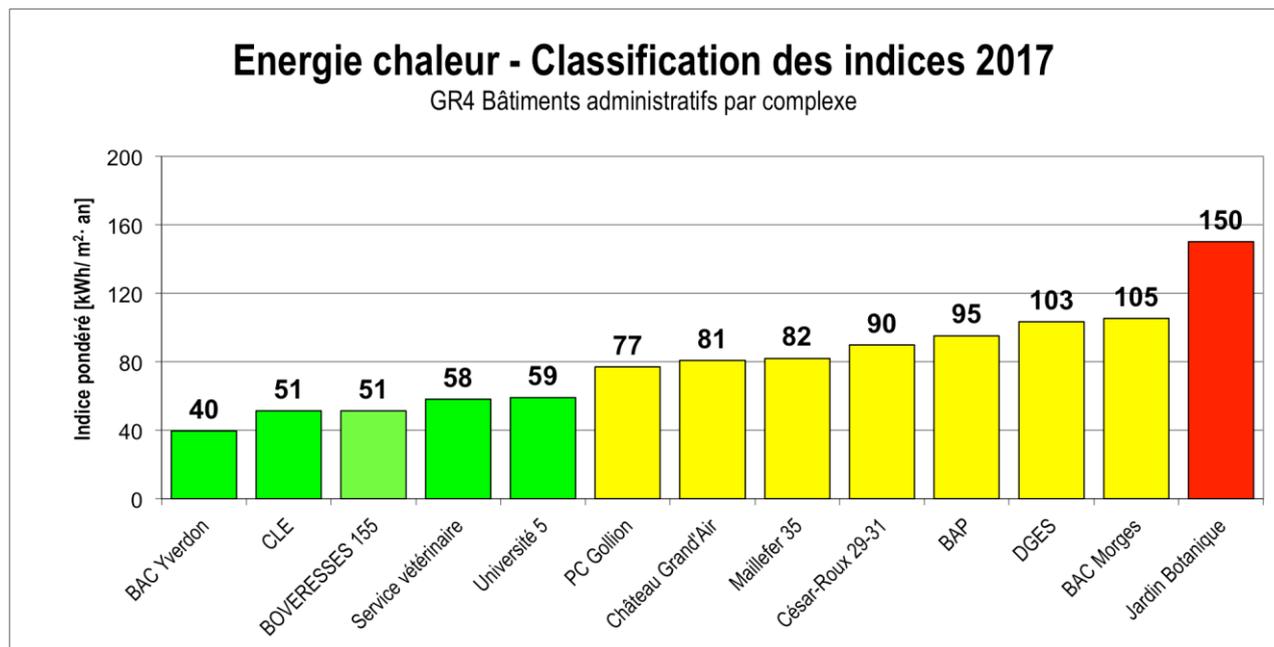
Les bâtiments suivants ont des données manquantes au moment de la rédaction du rapport :

- Château : travaux durant l'année 2017

L'indice est à la baisse entre 2016 et 2017 (-7 %).



Le graphique suivant présente les indices par bâtiment.



#### Commentaires :

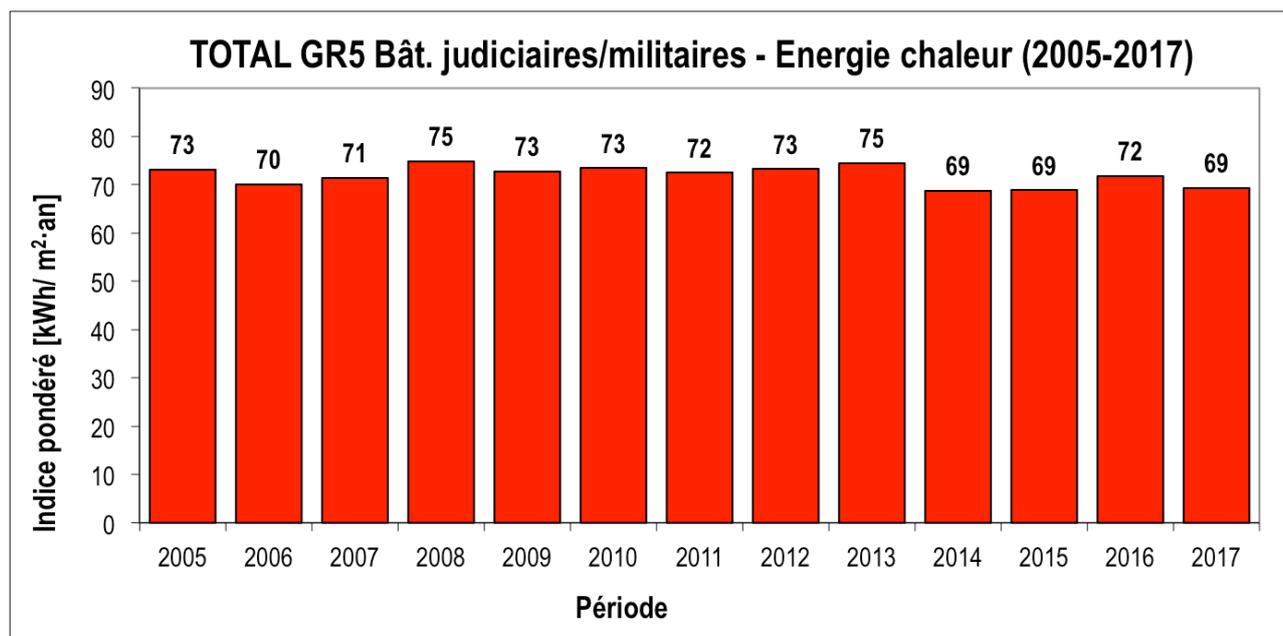
- Seulement un bâtiment a une tendance de consommation significative à la hausse (BAC Yverdon, + 8.2 %) et mérite une attention particulière.
- Les bâtiments « Service vétérinaire » et « DGES » connaissent une petite dérive à la hausse

	Indice pondéré 2016 [kWh/m²·an]	Indice pondéré 2017 [kWh/m²·an]	Ecart 2016- 2017 %	Evolution
<b>GR4 Bâtiments administratifs</b>				
Château Grand'Air	97	81	-17.03%	↓
César-Roux 29-31	101	90	-11.38%	↓
BAC Morges	114	105	-7.62%	↓
Maillefer 35	88	82	-6.42%	↓
PC Gollion	79	77	-2.71%	↓
Université5	61	59	-2.55%	↓
BAP	98	95	-2.38%	↓
CLE	52	51	-2.04%	↓

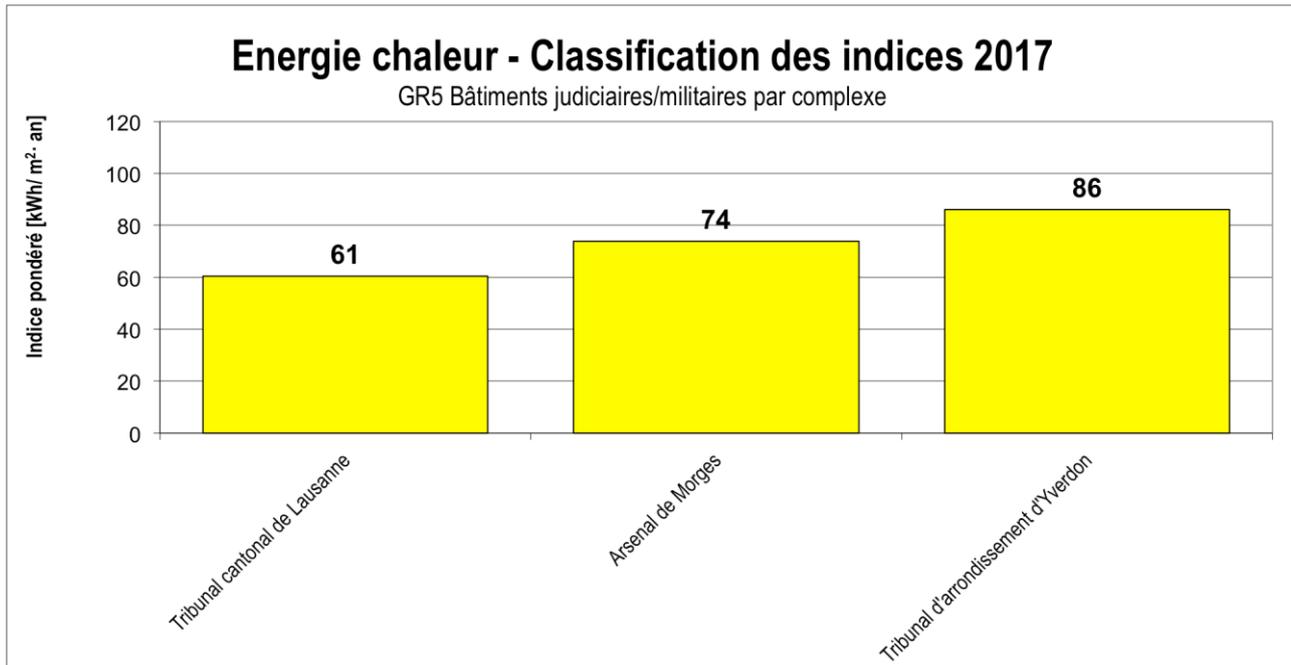
BOVERESSES 155	52	51	-2.04%	↓
Jardin Botanique	151	150	-0.85%	→
Service vétérinaire	57	58	2.01%	↑
DGES	101	103	2.15%	↑
BAC Yverdon	37	40	8.20%	↑

#### 4.1.5. GR5 – Bâtiments judiciaires/militaires

Toutes les données ont été saisies sur la plateforme et sont cohérentes. L'indice a légèrement diminué entre 2016 et 2017 (-4 %).



Le graphique suivant présente les indices par bâtiment :

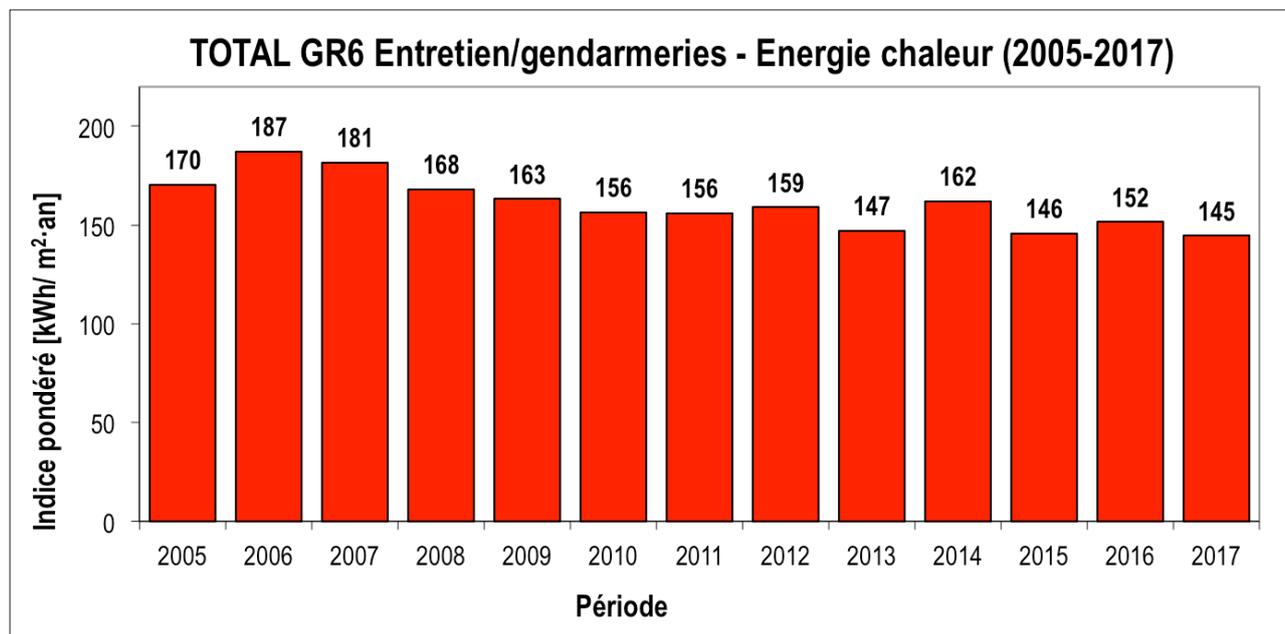
**Commentaires :**

- Aucune dérive de consommation à la hausse n'est observée pour ce groupe.

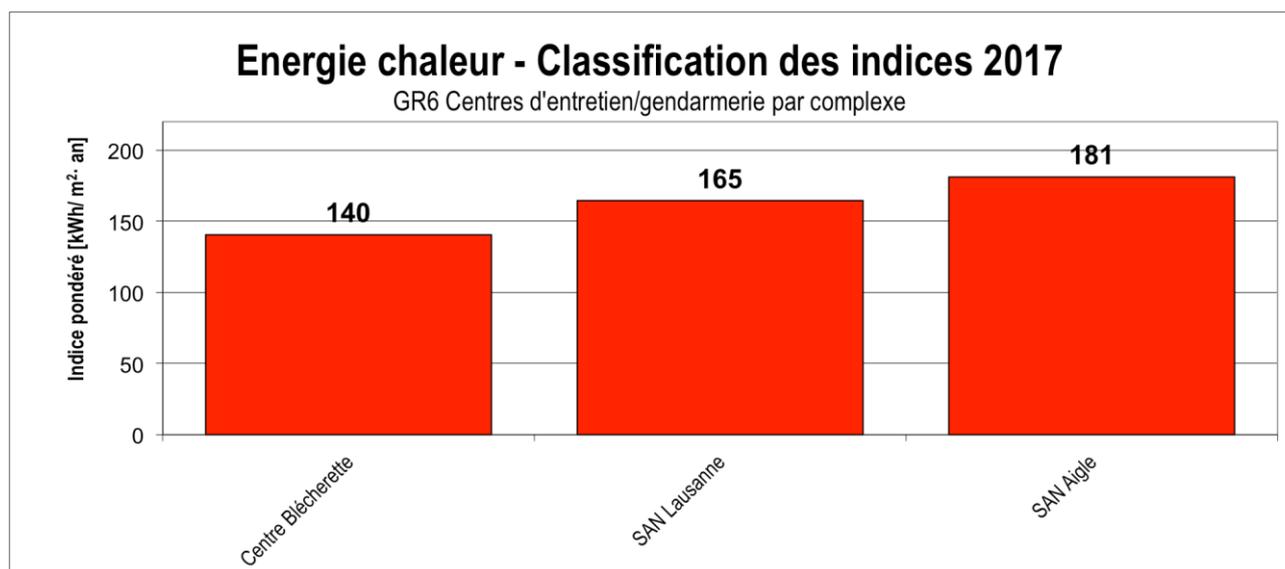
	Indice pondéré 2016 [kWh/m <sup>2</sup> ·an]	Indice pondéré 2017 [kWh/m <sup>2</sup> ·an]	Ecart 2016- 2017 %	Evolution
Tribunal cantonal de Lausanne	66	61	-7.62%	↓
Tribunal d'arrondissement d'Yverdon	92	86	-6.20%	↓
Arsenal de Morges	74	74	-0.29%	→

#### 4.1.6. 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 baisse de 2016 à 2017 (-5 %).



Le graphique suivant présente les indices par bâtiment :



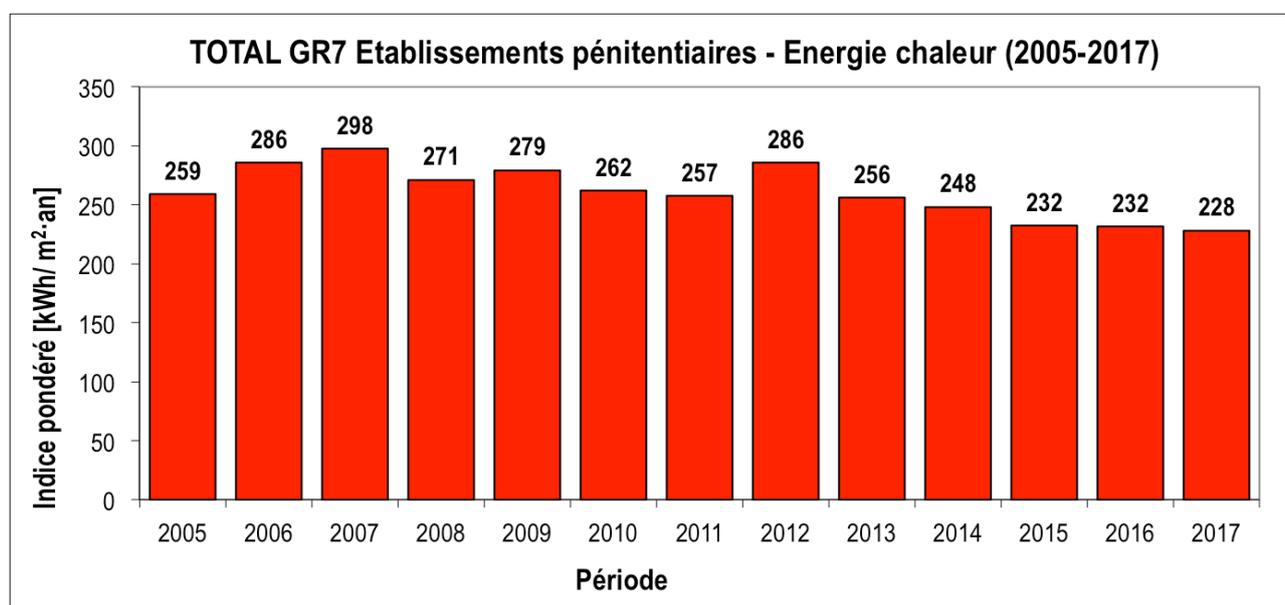
#### Commentaires :

- Aucune dérive à la hausse n'est constatée.
- Pour le bâtiment SAN Lausanne, les données de consommation sont égales à zéro pendant les mois d'été, ces valeurs seront donc à valider en fonction de l'exploitation. Des travaux ont été effectués sur la production de chaleur.

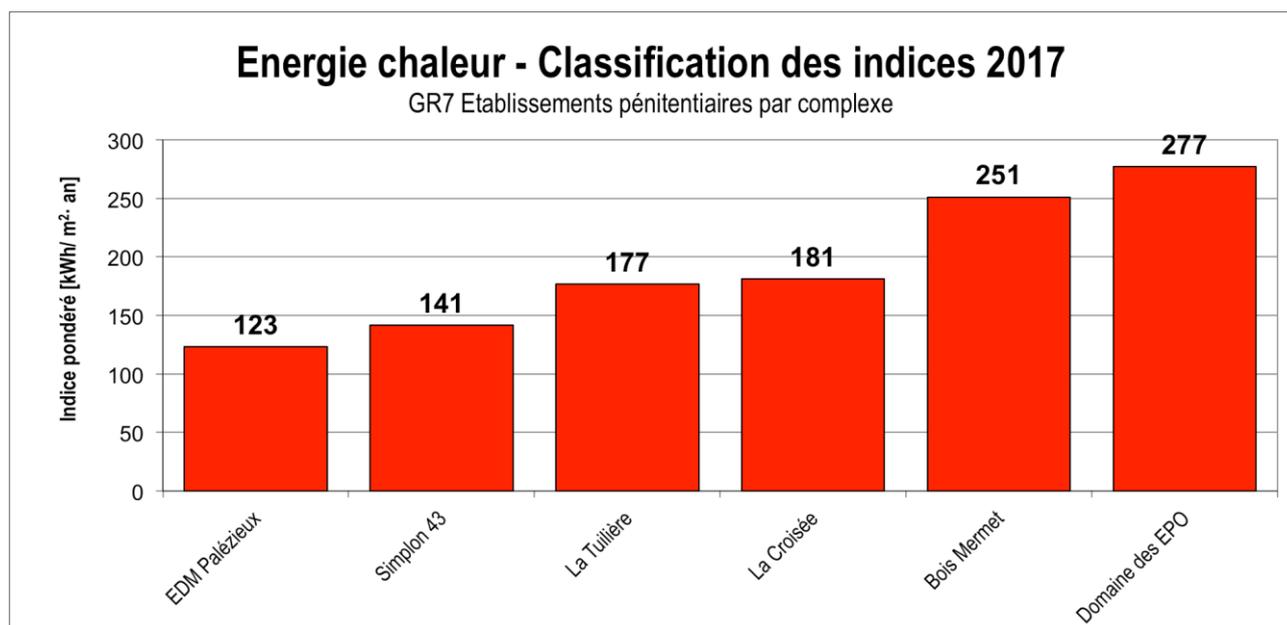
	Indice pondéré 2016 [kWh/m <sup>2</sup> ·an]	Indice pondéré 2017 [kWh/m <sup>2</sup> ·an]	Ecart 2016- 2017 %	Evolution
SAN Lausanne	209	165	-21.35%	↓
SAN Aigle	199	181	-8.85%	↓
Centre Blécherette	142	140	-0.91%	→

#### 4.1.7. GR7 – Établissements pénitentiaires

Toutes les données ont été saisies sur la plateforme et sont cohérentes. L'indice de dépense de chaleur est à la baisse entre 2016 et 2017 (-1 %).



Le graphique suivant présente les indices par bâtiment :



#### Commentaires :

- Le bâtiment de La Croisée connaît une dérive à la hausse entre 2016 et 2017 malgré une forte baisse ces dernières années. Il faut donc surveiller que la dérive ne se prolonge pas.
- Le bâtiment Simplon 43 et EDM Palézieux ont également des consommations de chaleur qui augmentent de manière significative

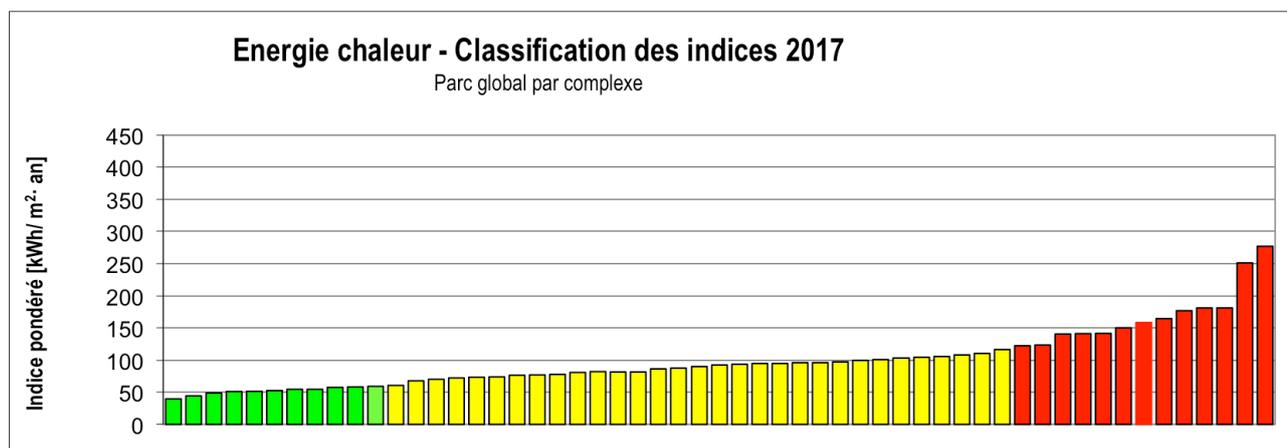
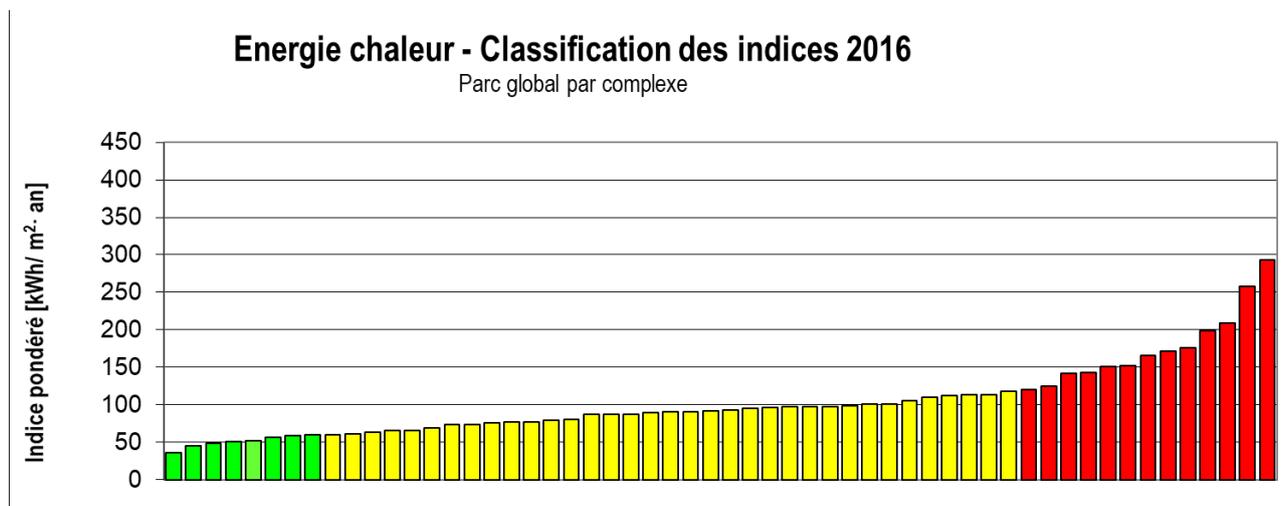
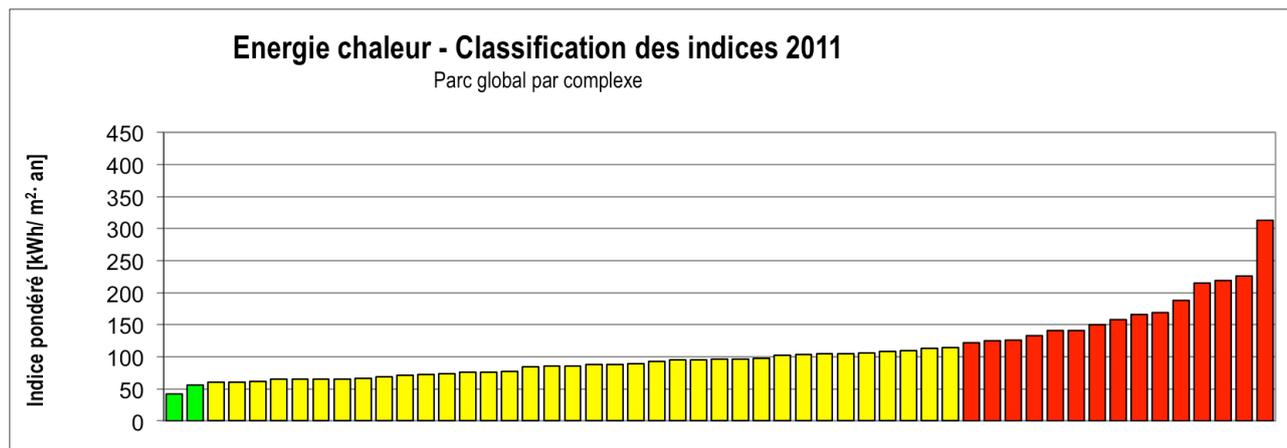
	Indice pondéré 2016 [kWh/m²·an]	Indice pondéré 2017 [kWh/m²·an]	Ecart 2016-2017 %	Évolution
Domaine des EPO	293	277	-5.35%	↓
Bois Mermet	258	251	-2.52%	↓
La Tuilière	176	177	0.55%	→
La Croisée	172	181	5.43%	↑
Simplon 43	112	141	26.09%	↑
EDM Palézieux	90	123	36.65%	↑

### 4.1.8. Global

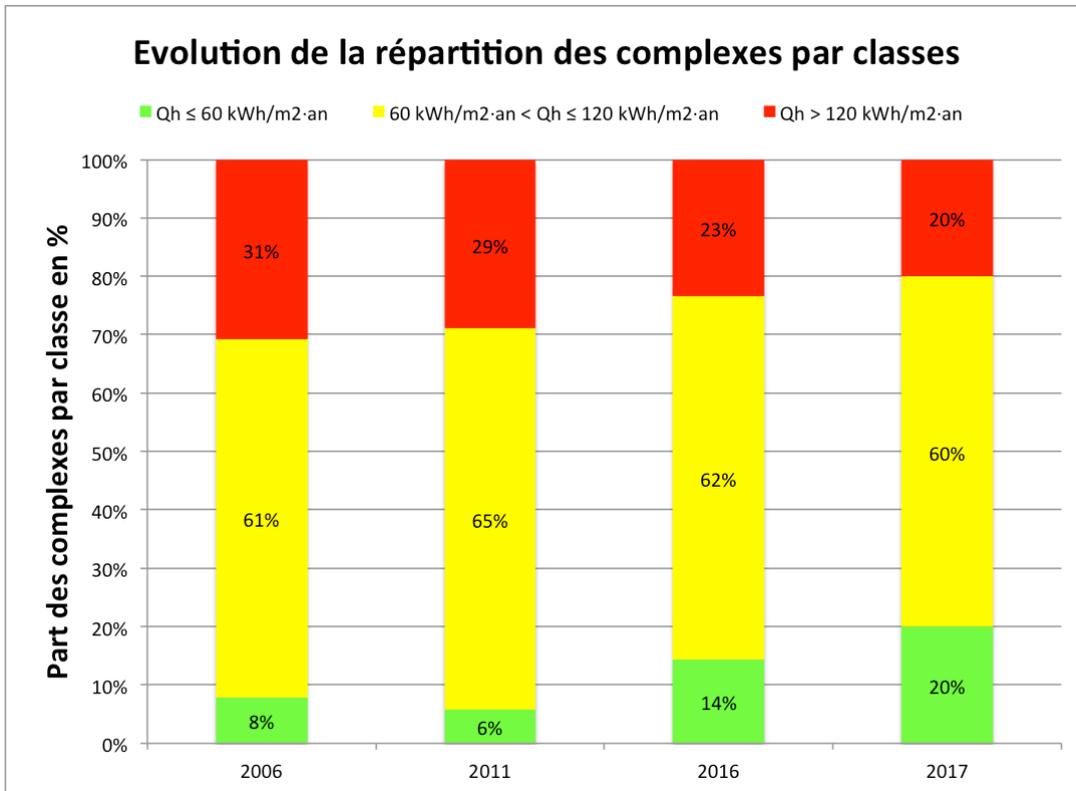
Les indices ont été représentés pour tous les groupes confondus dans les graphiques suivants pour les années 2011, 2016 et 2017. Les couleurs correspondent aux différentes classes de l'étiquette énergie.

- 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  $Q_h \leq 120 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{an}$

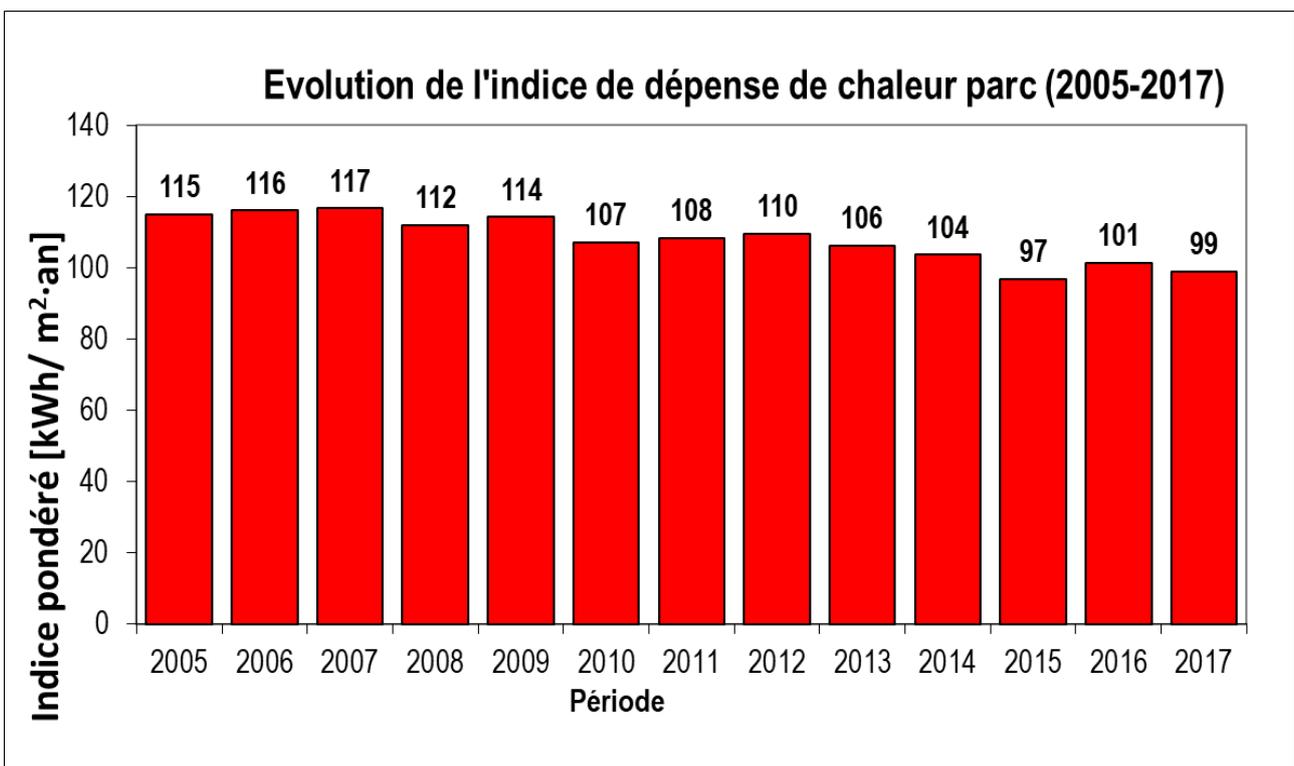
Les limites de ces classes sont présentées ci-dessus. De plus en plus de bâtiments se trouvent dans la classe 1 et moins de bâtiments dans la classe 3, ce qui démontre les efforts entrepris par le SIPaL pour la bonne gestion de leurs installations.

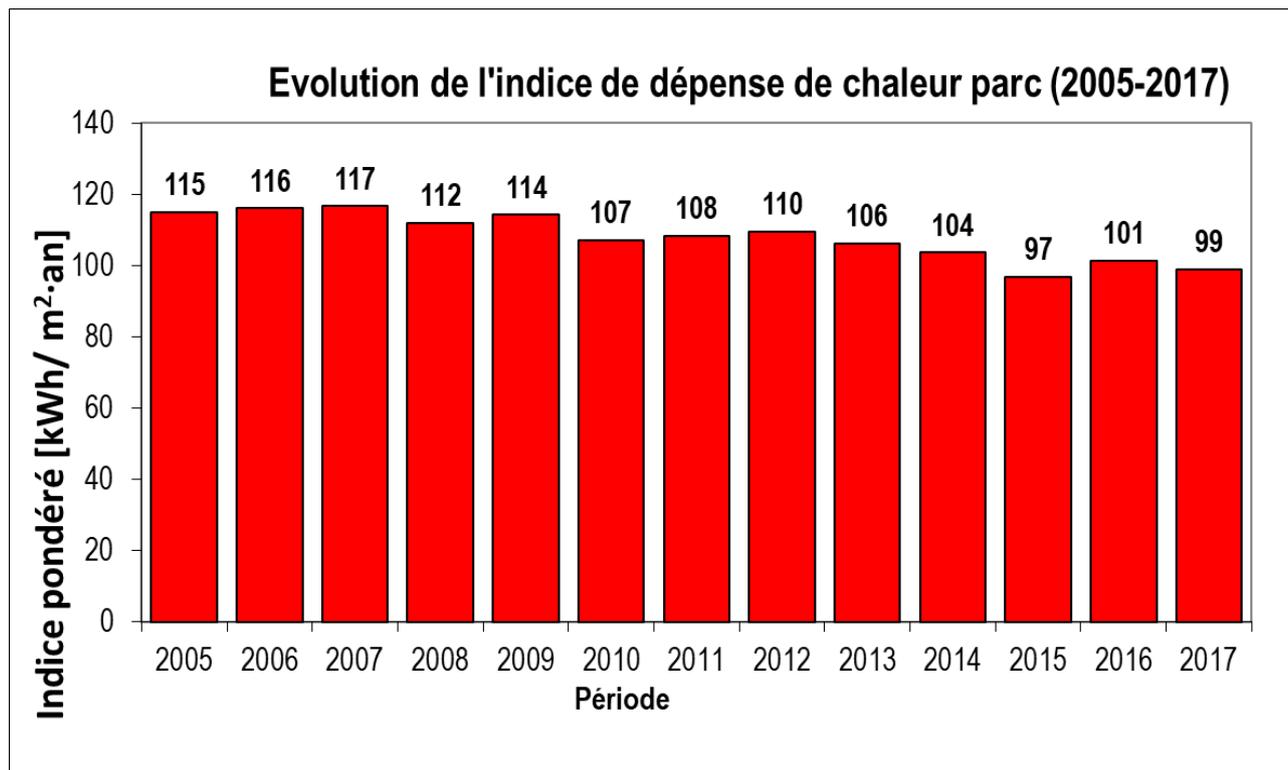


Le graphique suivant résume l'évolution de la part des bâtiments dans chaque classe. Il y a une nette tendance à l'augmentation du nombre de bâtiment dans la classe 1 et une diminution pour la classe 3.

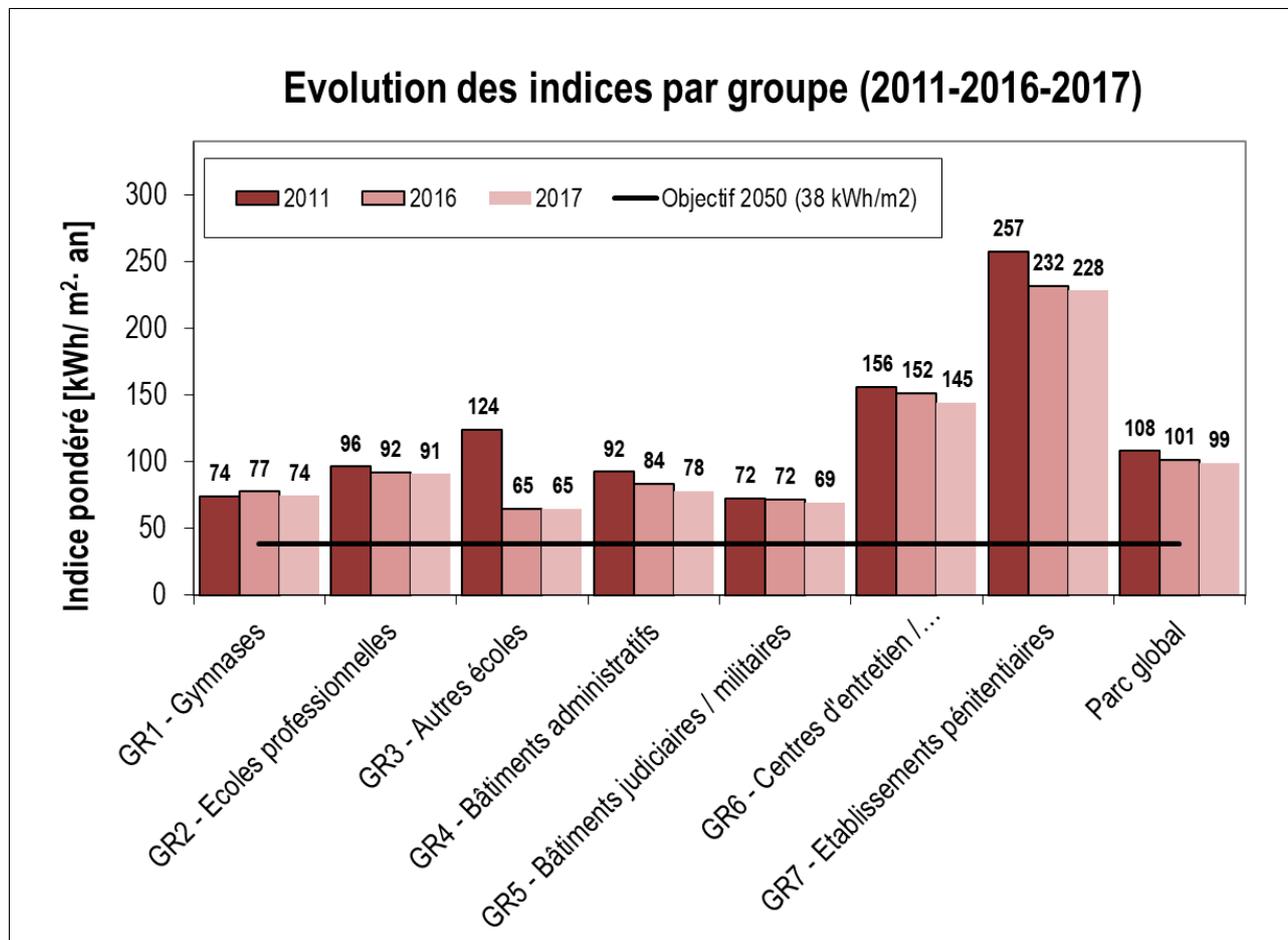


L'indice global du parc est à la baisse entre 2016 et 2017.





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 2017.

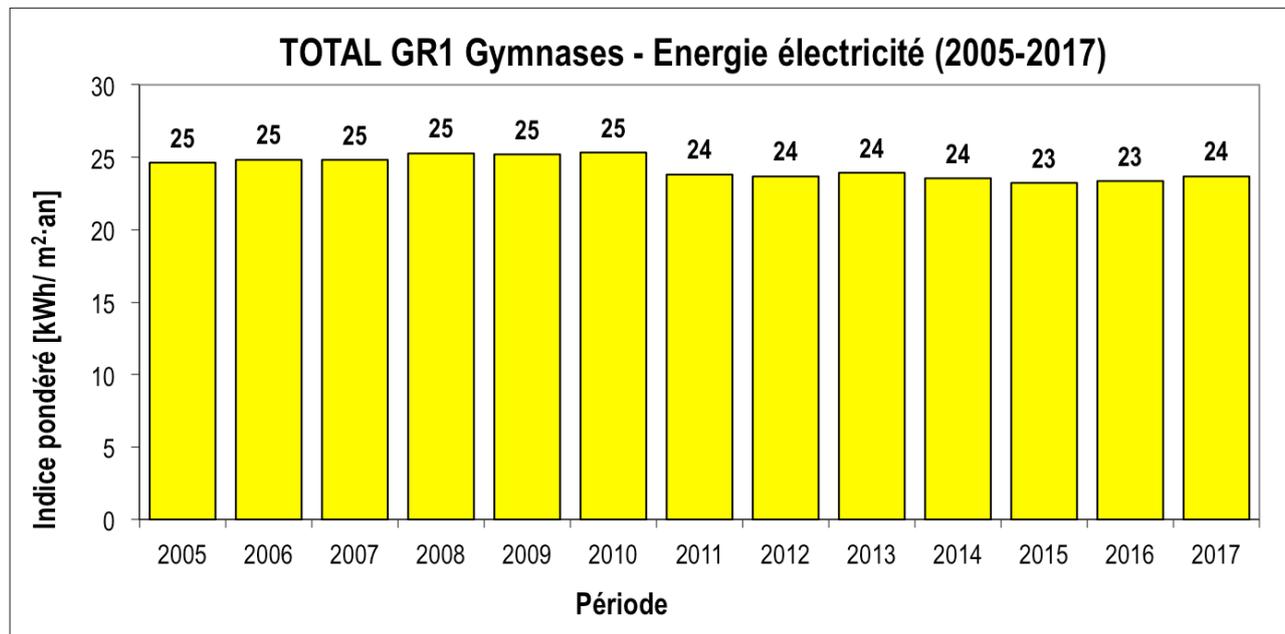


## 4.2. Electricité

Les consommations électriques seront étudiées dans cette partie du rapport.

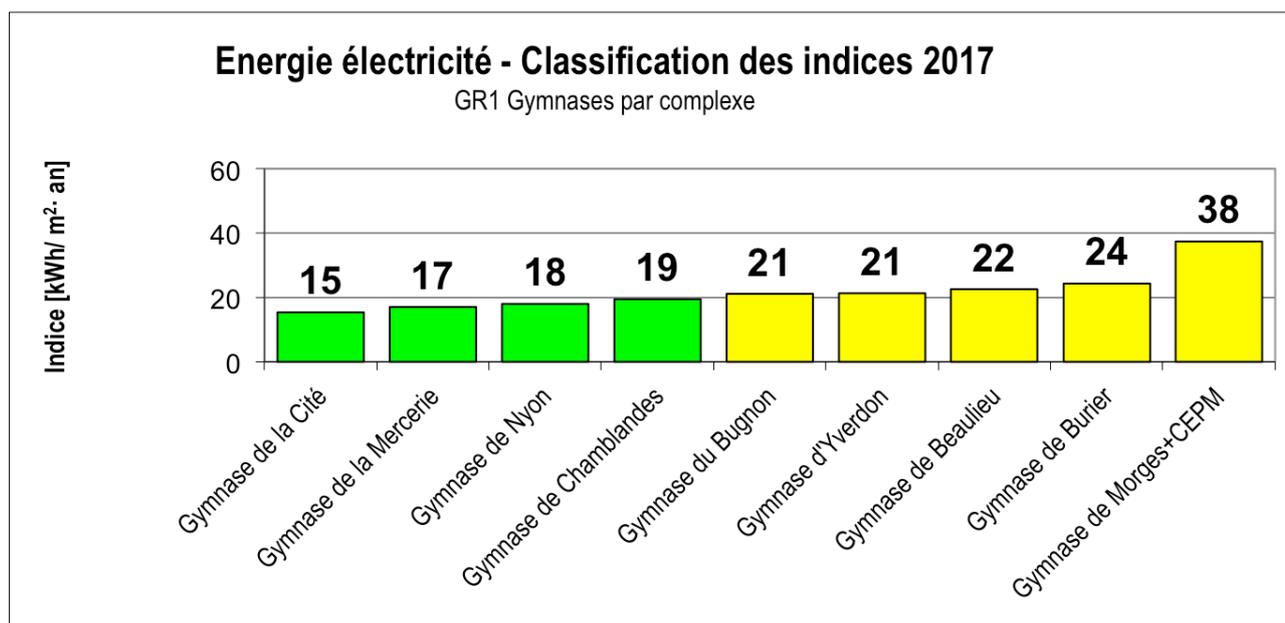
### 4.2.1. GR1 – Gymnases

Le bâtiment Auguste-Piccard a été exclu de l'analyse car les données électriques étaient peu consistantes. L'indice connaît une légère hausse entre 2016 et 2017 (+1%).



Le graphique suivant présente les indices par bâtiment. Les couleurs correspondent aux différentes classes de l'étiquette énergie. Les limites de ces classes sont présentées ci-dessous.

- 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  $Q_h \leq 40 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{an}$

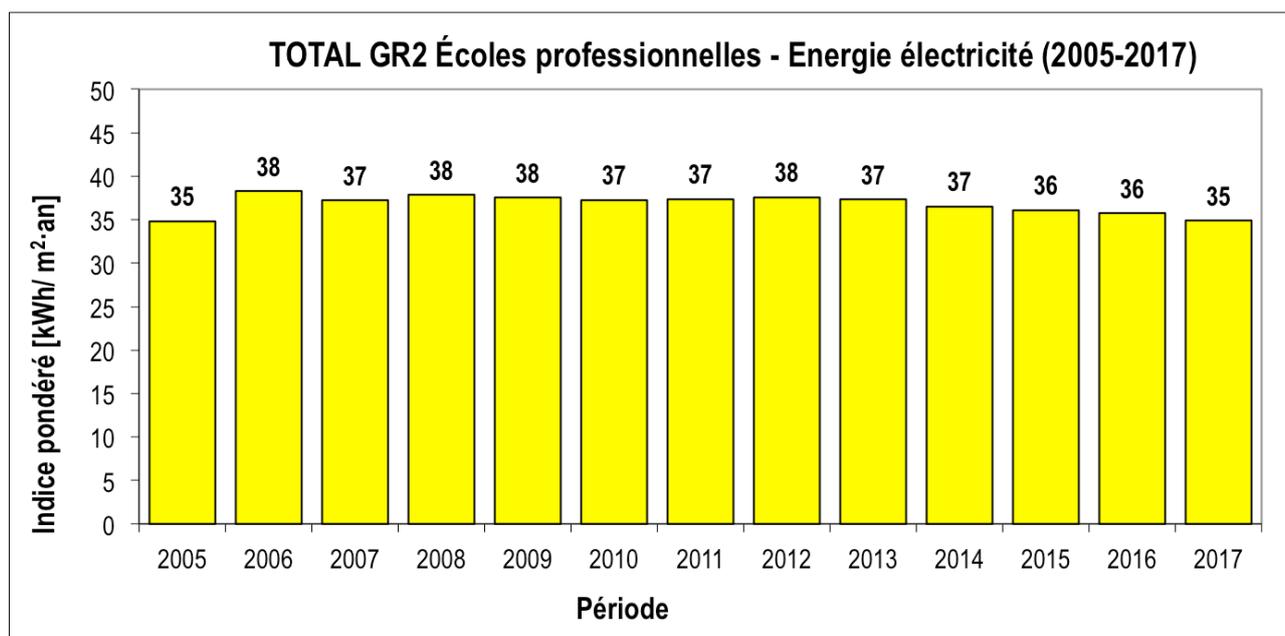


**Commentaires :**

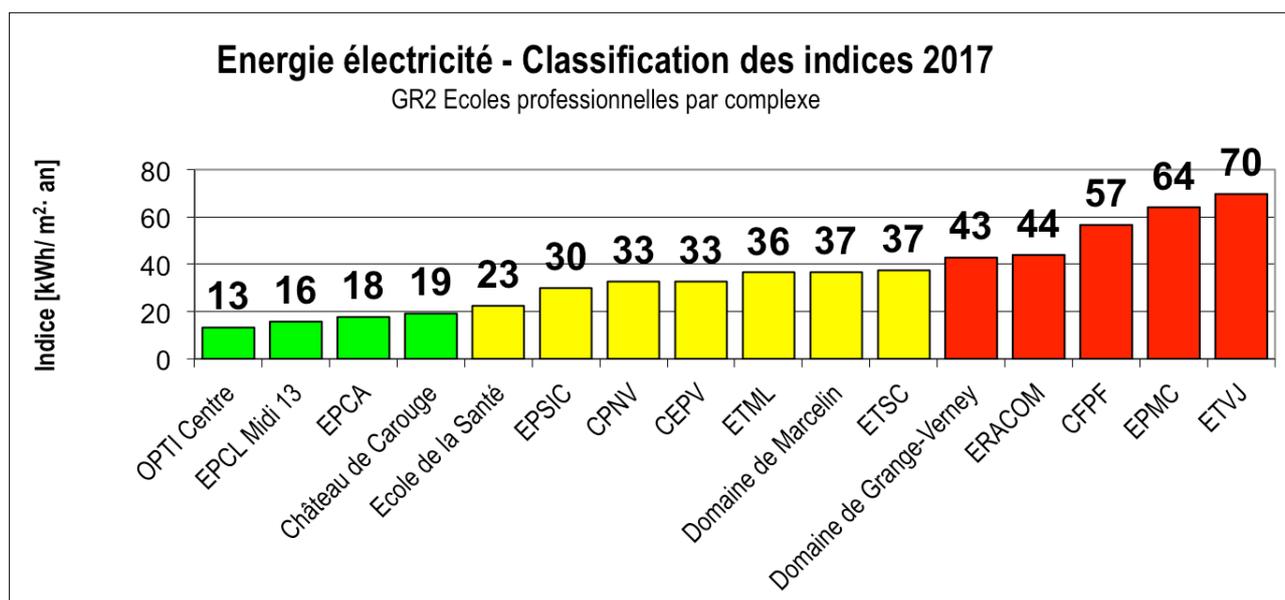
- Une hausse de l'indice peut être observée pour les cas suivants : Gymnase du Bugnon, Gymnase de Morges + CEPM
- Gymnase de Nyon : baisse de 10 % (modernisation de l'éclairage en 2017)
- Gymnase de Burier : modernisation de l'éclairage extérieur
- Clarifier les consommations du Gymnase Auguste-Piccard

**4.2.2. GR2 - Ecoles professionnelles**

Toutes les données sont complètes au moment de l'établissement du rapport. L'indice a baissé de 2 % entre 2016 et 2017.



Le graphique suivant présente les indices par bâtiment :

**Commentaires :**

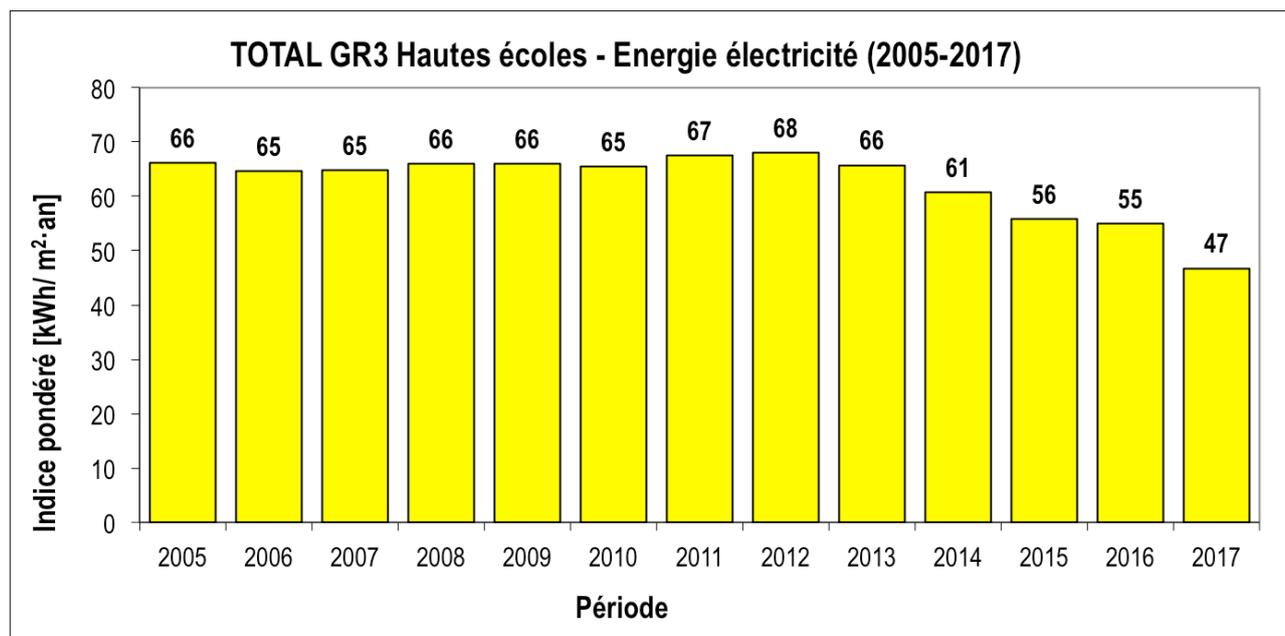
- Une diminution importante de la consommation électrique est à noter dans les bâtiment

OPTI (-25 %), César-Roux 2 (-20 %) et CFPF (-19 %) : à expliquer

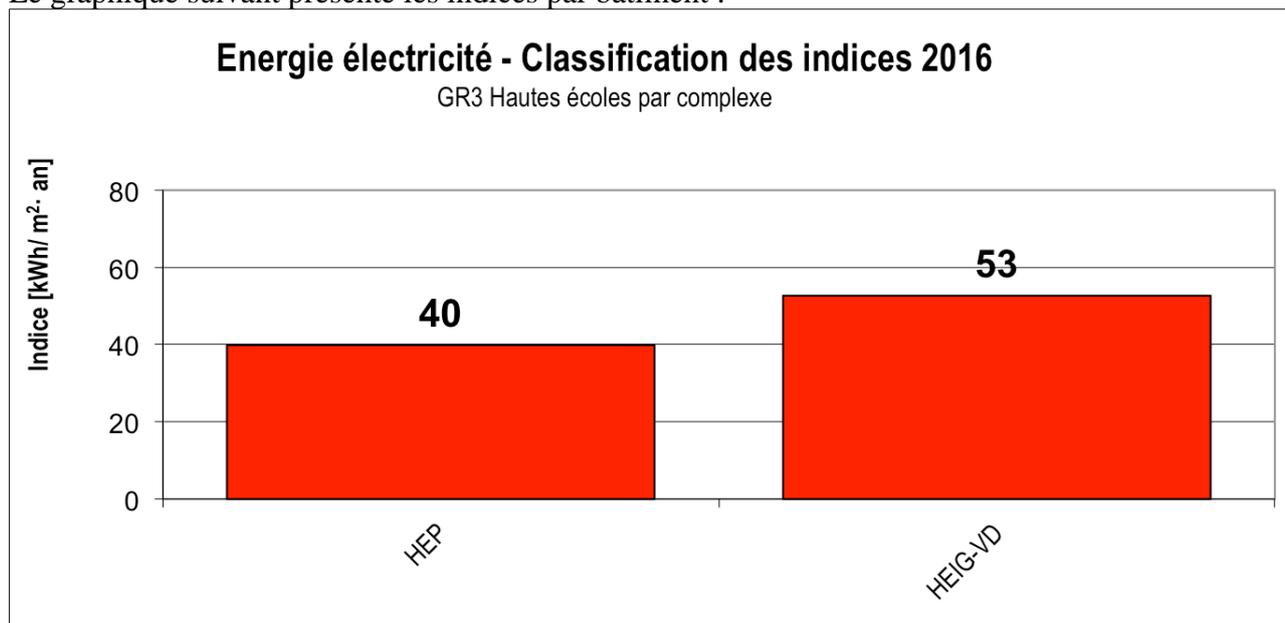
- Une augmentation de 5 % de la consommation électrique est à noter dans le bâtiment CEPV
- EPSIC : Remplacement 30 détecteurs de présence + automates de gestion éclairage en 2017
- CPNV : Modernisation de l'éclairage de 3 classes en 2017
- Marcelin : modernisation éclairage en 2017
- COFOP : total électricité à paramétrer correctement

#### 4.2.3. GR3 - Hautes écoles

L'indice de ce groupe a fortement diminué entre 2016 et 2017 (-15 %). Cela s'explique par l'optimisation de la HEP.



Le graphique suivant présente les indices par bâtiment :



#### Commentaires :

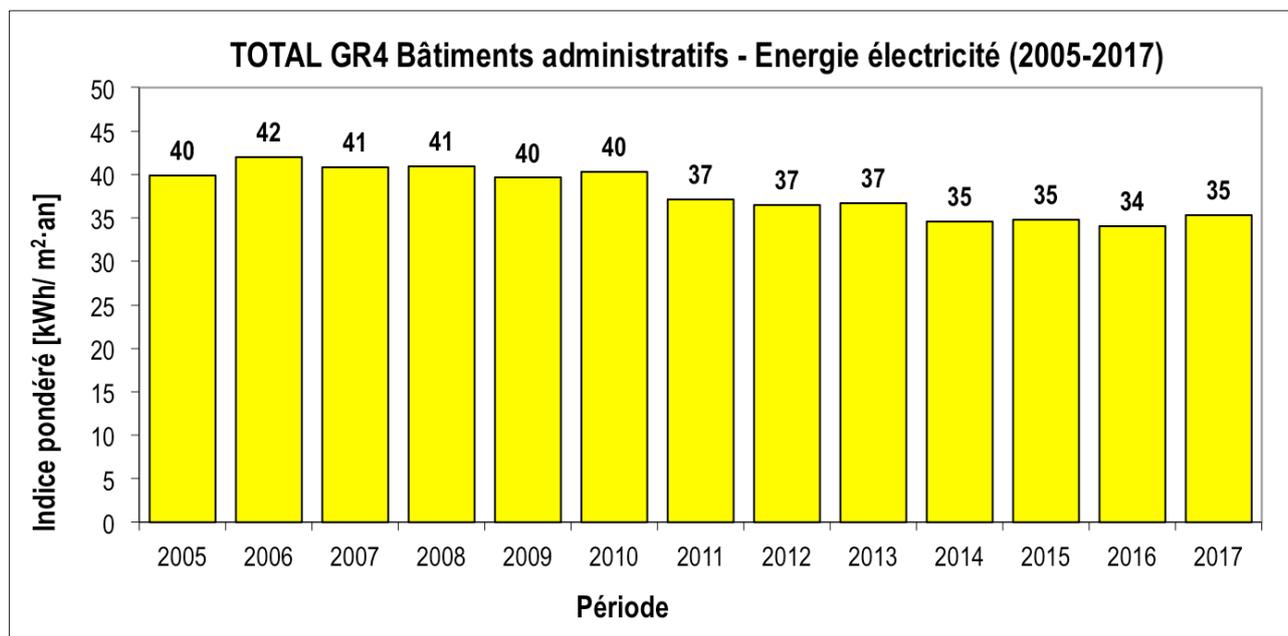
- Forte baisse de la consommation dans le bâtiment HEP (-31 %) suite à l'optimisation
- La consommation de la HEIG-VD est stable

#### 4.2.4. GR4 - Bâtiments administratifs

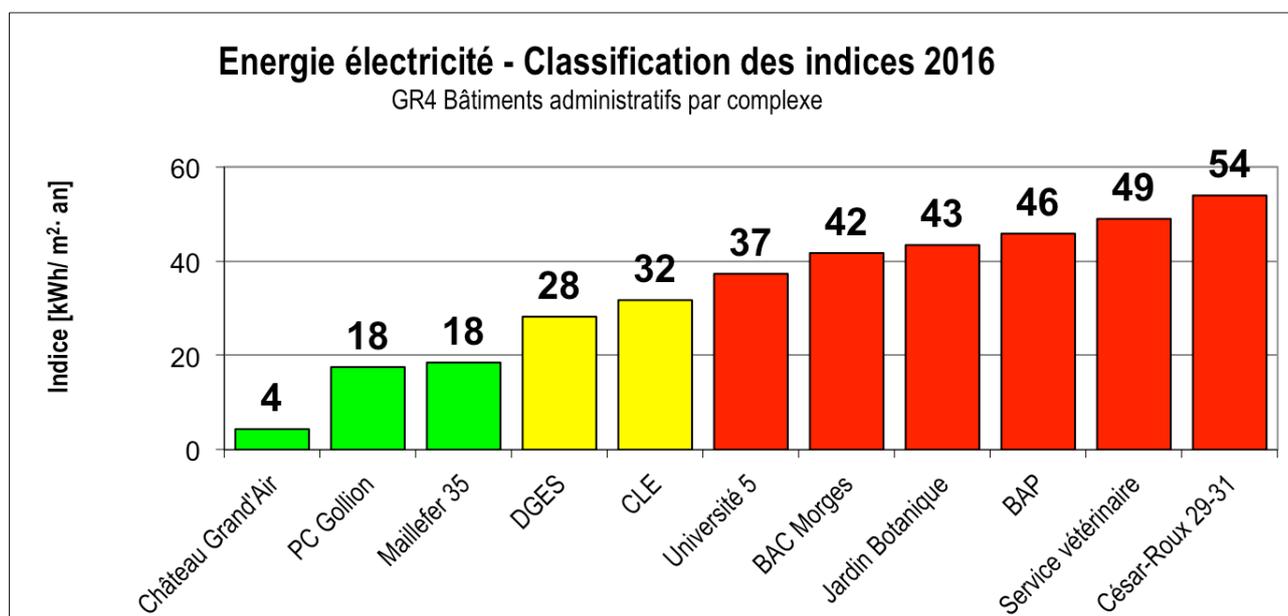
Les bâtiments suivants avaient des données manquantes :

- Château : travaux en 2017

L'indice de dépense d'électricité connaît une légère hausse (+ 4 %).



Le graphique suivant présente les indices par bâtiment :

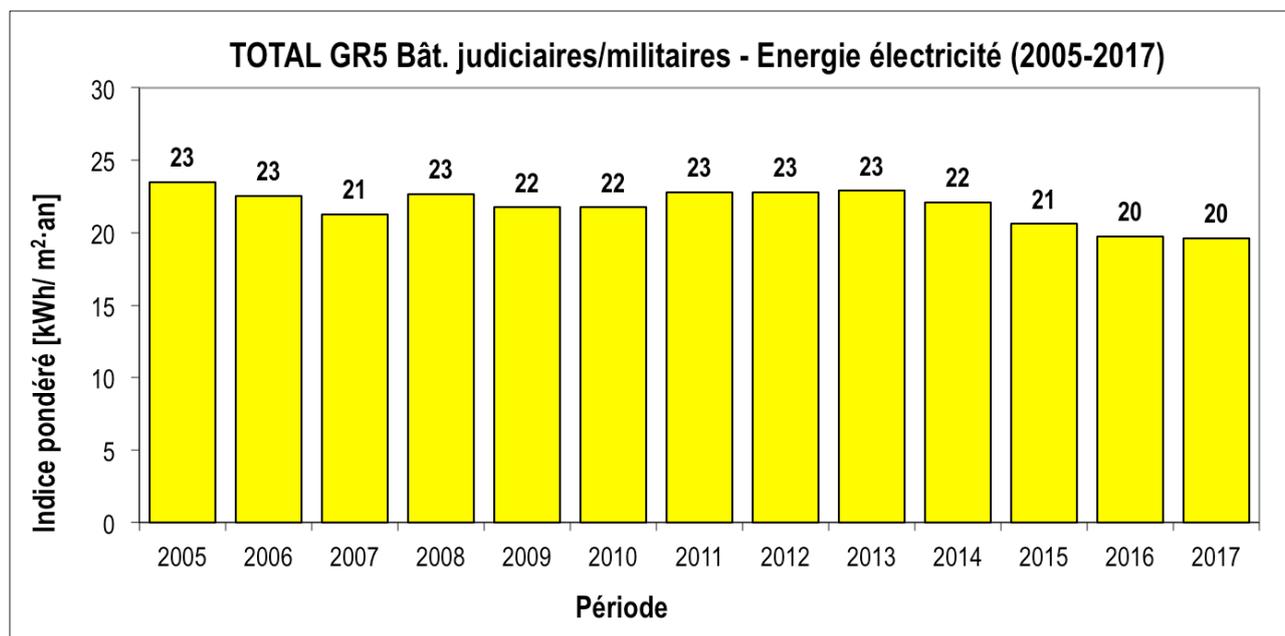


#### Commentaires :

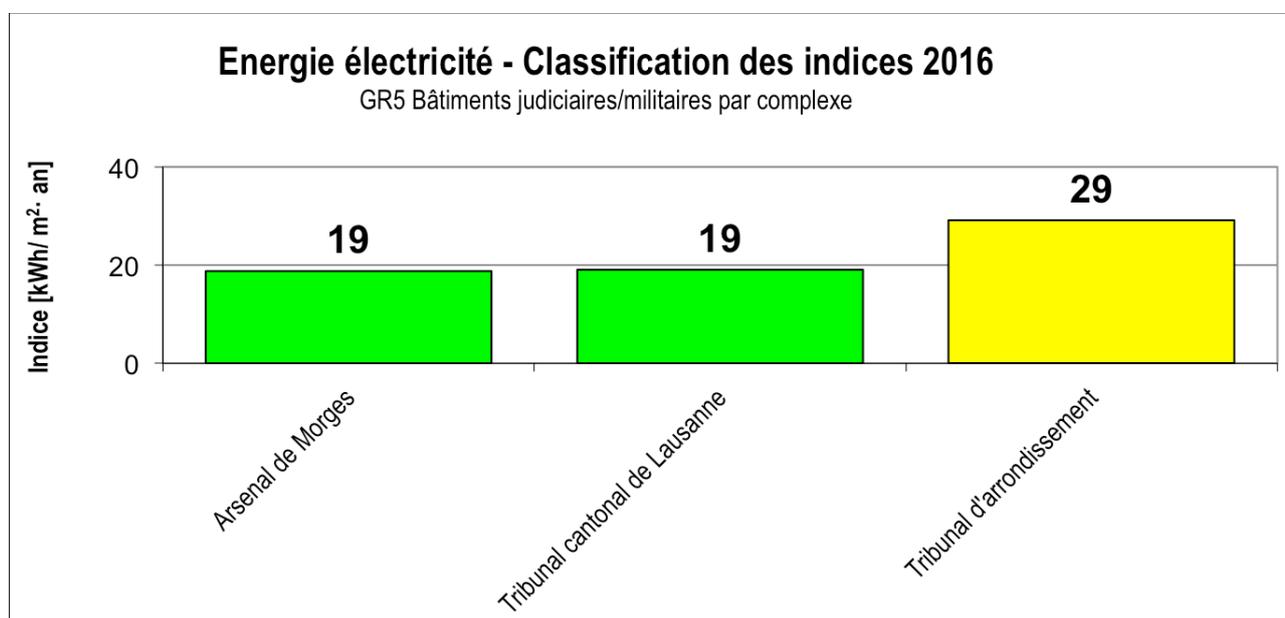
- Diminution significative de l'indice pour le bâtiment Château Grand'Air (-31 %) à expliquer

#### 4.2.5. GR5 - Bâtiments judiciaires / militaires

L'indice de dépense d'électricité connaît une légère baisse (-1 %).



Le graphique suivant présente les indices par bâtiment :

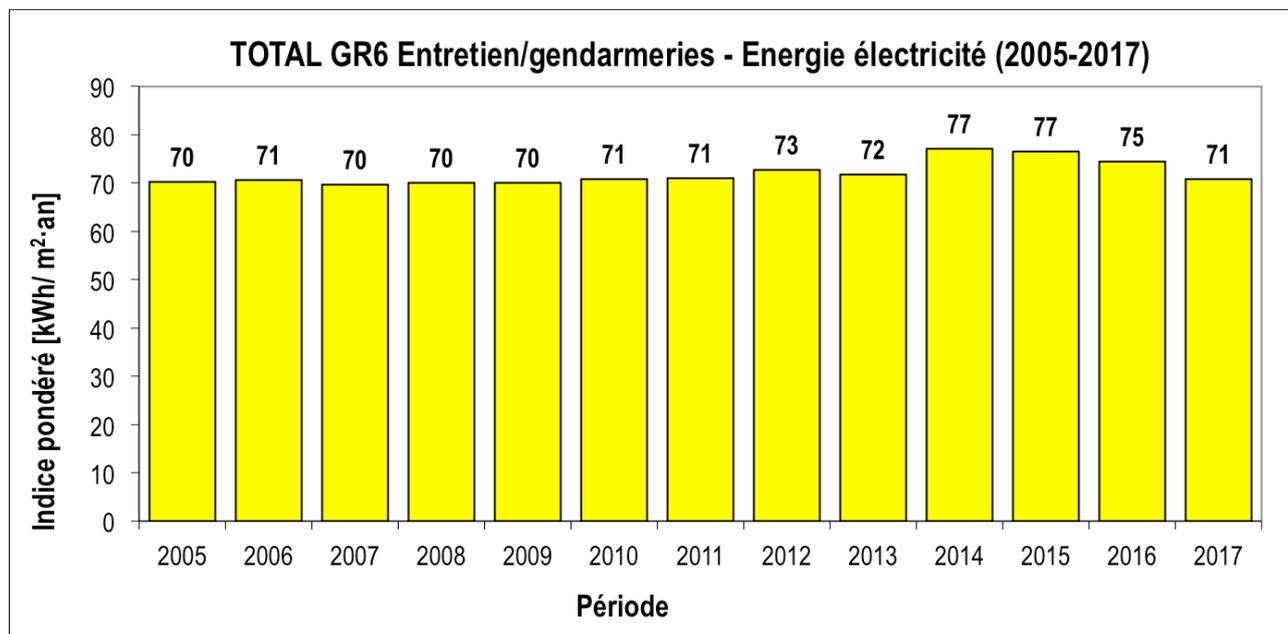


#### Commentaires :

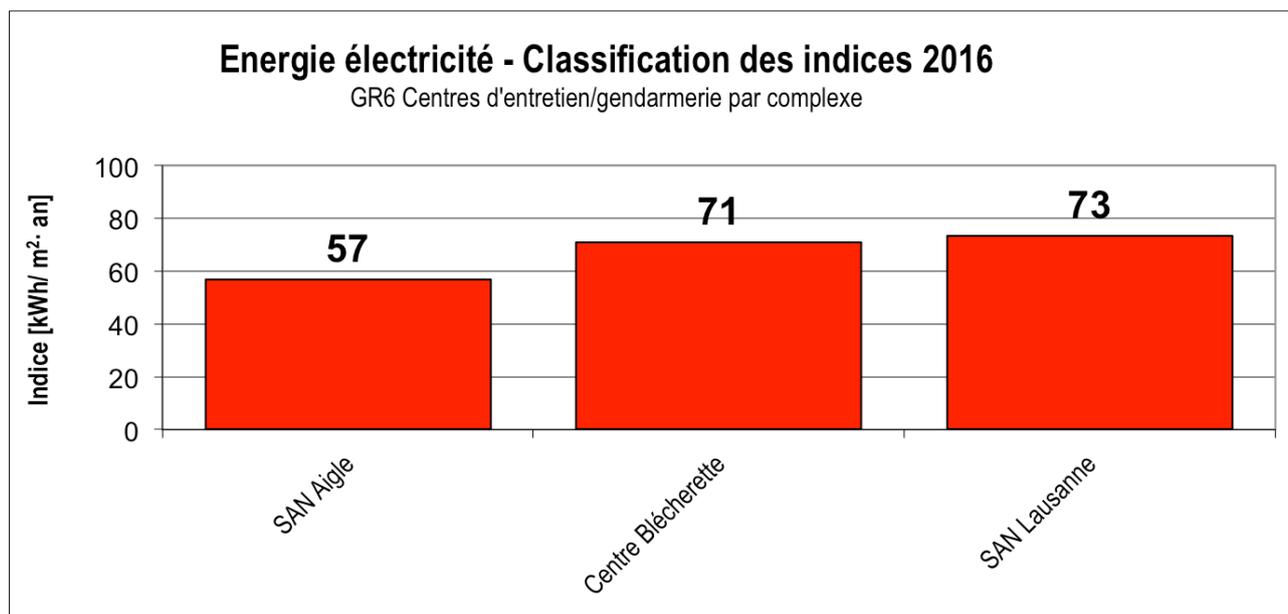
- L'arsenal de Morges connaît une légère baisse de consommation (-2 %) entre 2016 et 2017
- Le tribunal d'arrondissement de Lausanne connaît une légère baisse de consommation (-4 %) entre 2016 et 2017
- Le tribunal d'arrondissement d'Yverdon connaît une augmentation significative de la consommation d'électricité (+18 %) entre 2016 et 2017

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

L'indice de dépense d'électricité connaît une baisse (-5 %).



Le graphique suivant présente les indices par bâtiment :

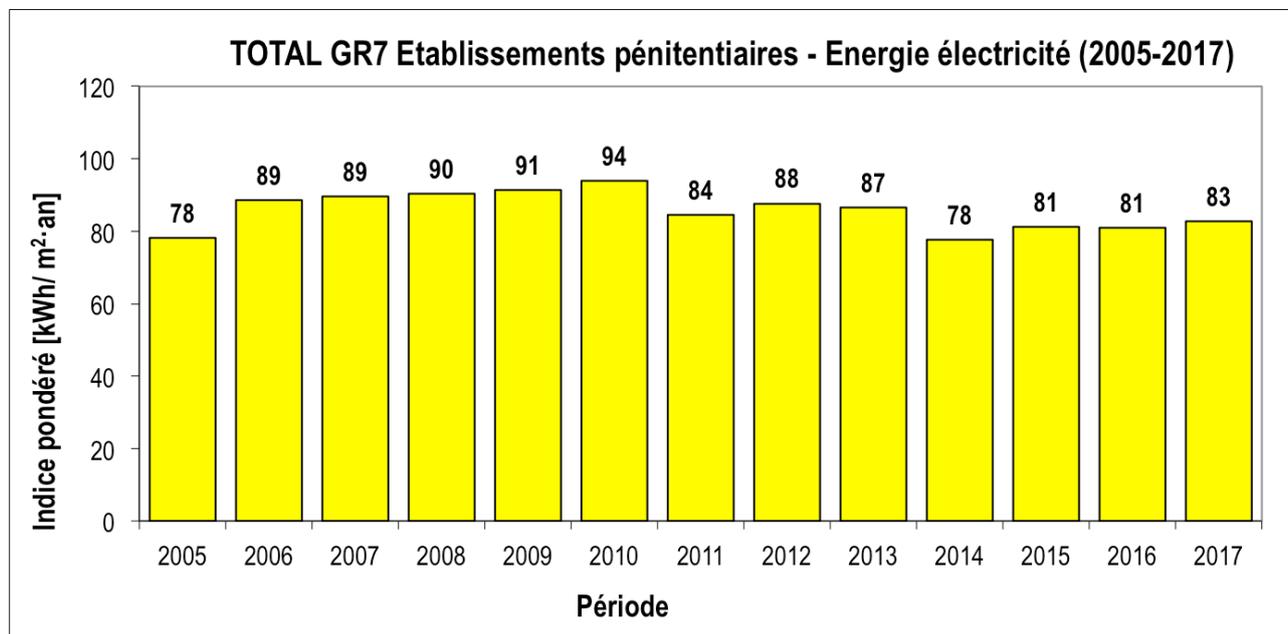


#### Commentaires :

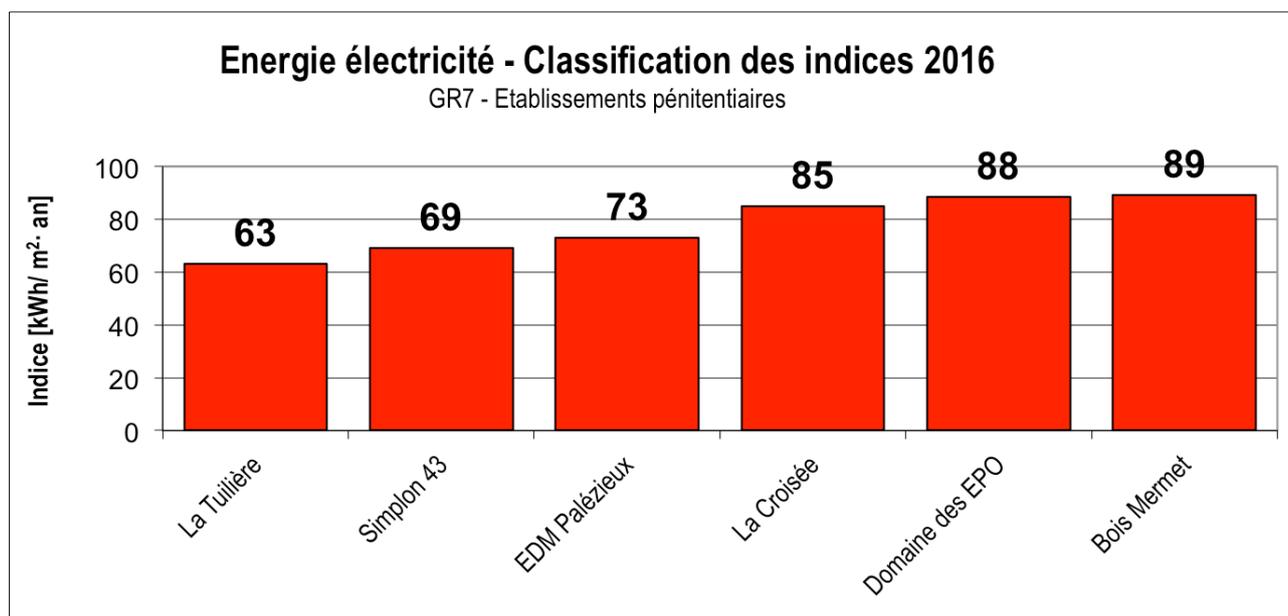
- Tous les indices des bâtiments de ce groupe sont à la baisse entre 2016 et 2017.
- Installation d'un limiteur de tension au Centre Blécherette en 2017 (CB1 Gendarmerie)
- Modernisation éclairage au Centre Blécherette en 2017 (CB2 Police cant EM)

### 4.2.7. GR7 - Etablissements pénitentiaires

L'indice de dépense d'électricité a augmenté entre 2016 et 2017 (+2 %).



Le graphique suivant présente les indices par bâtiment :



#### Commentaires :

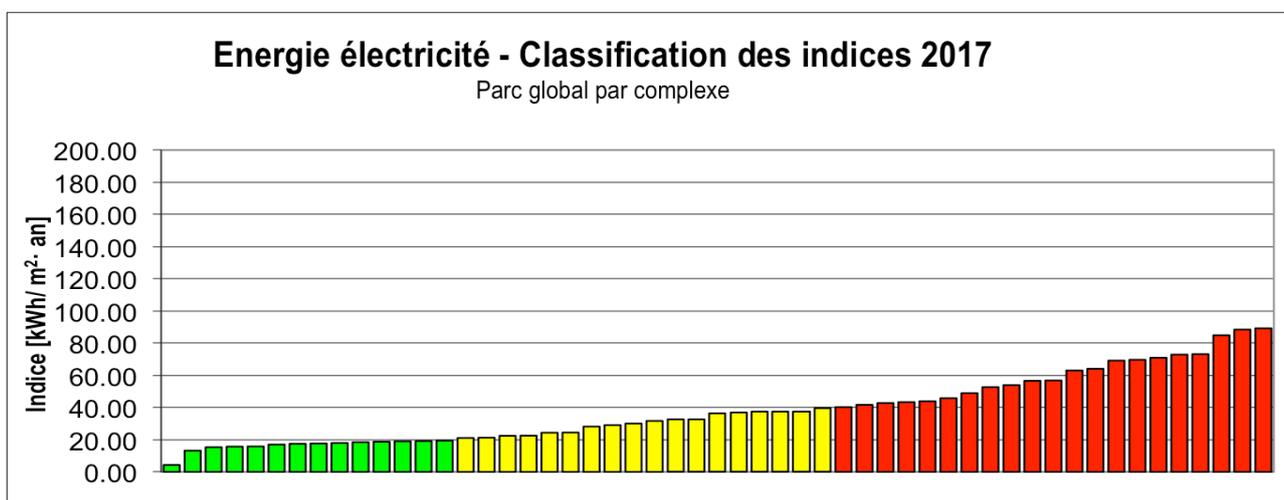
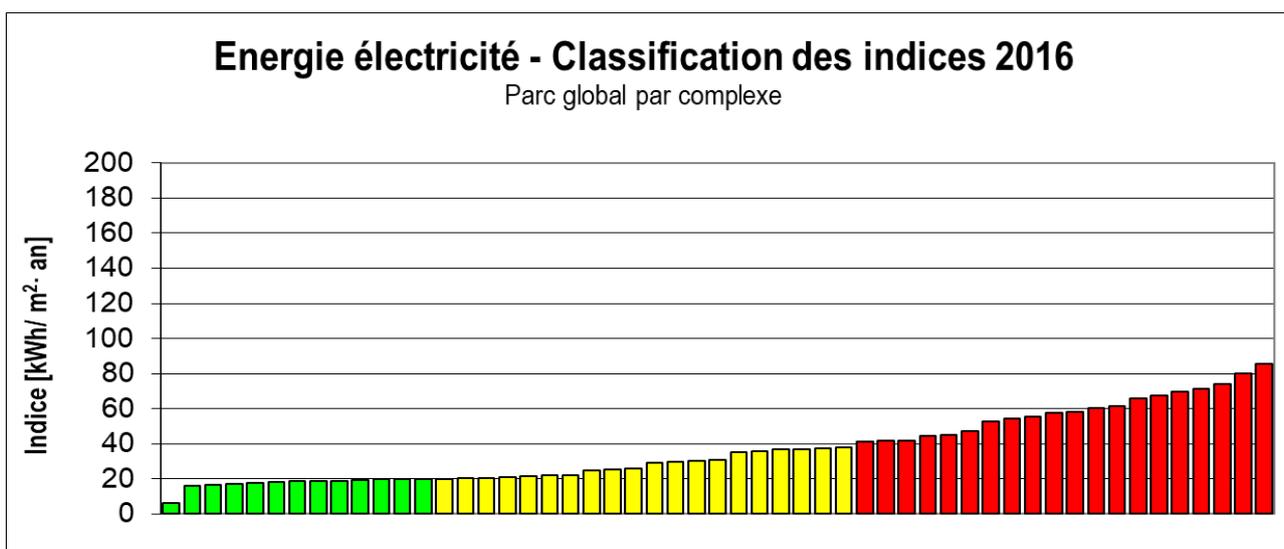
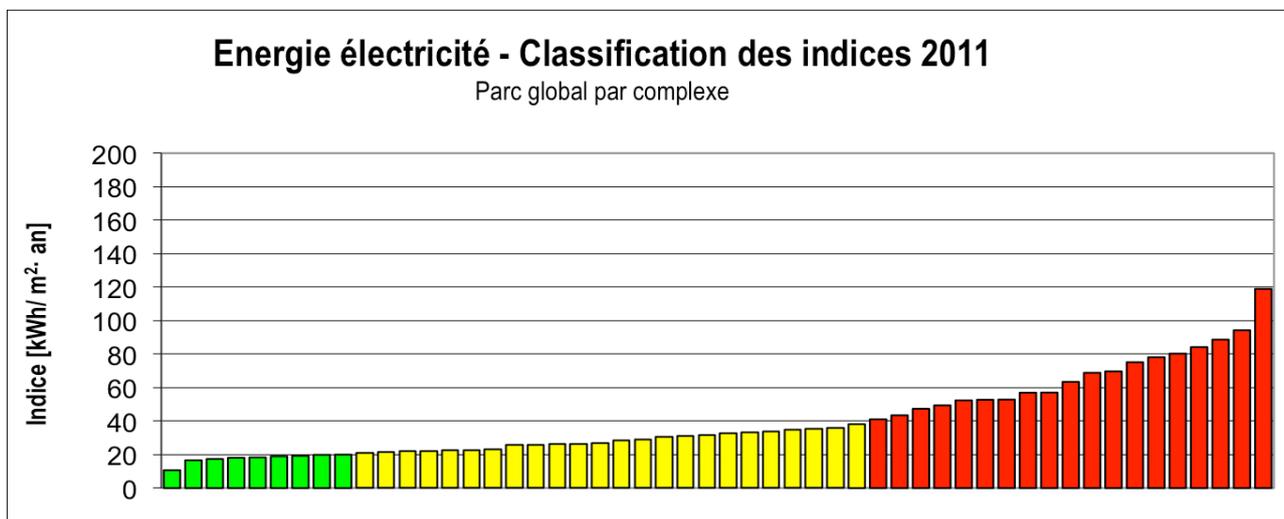
- Une légère augmentation de l'indice peut être notée pour le bâtiment Simplon 43 (+5 %) et pour la Tuilière (+3 %).
- Une grande augmentation de la consommation a eu lieu à EDM Palézieux (+21 %)
- Les autres bâtiments avec des données disponibles ont une consommation stable
- Installation d'un limiteur de tension à la Tuilière en 2017

### 4.2.8. Global

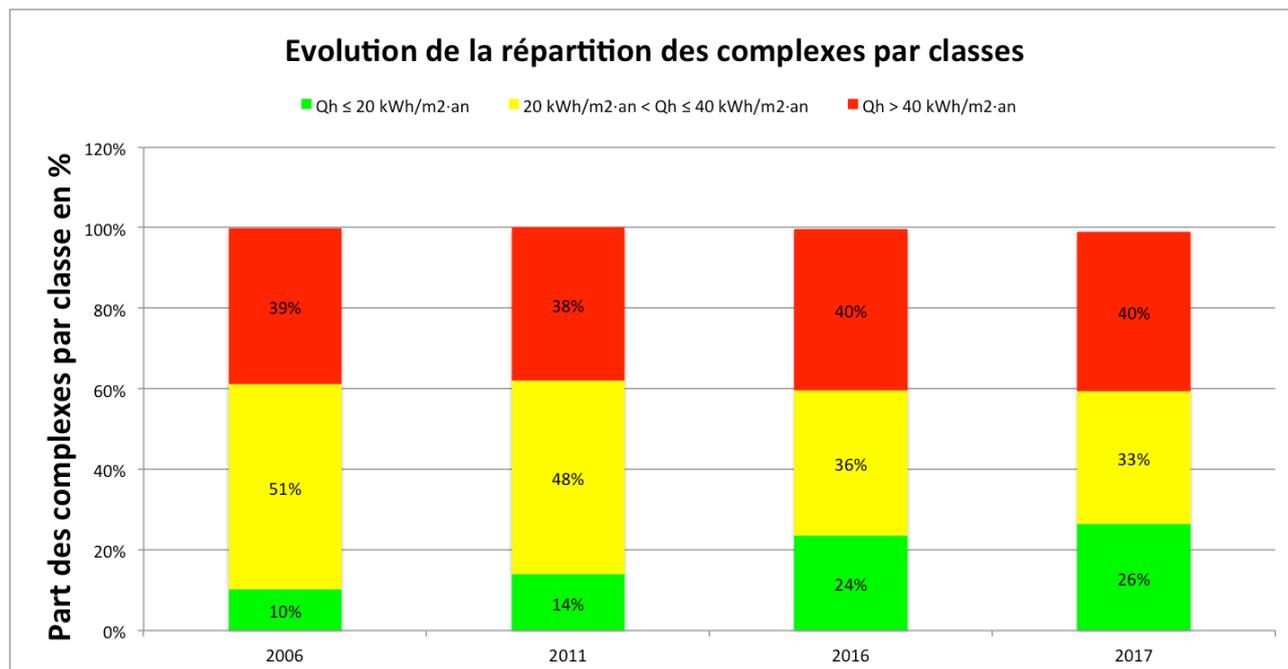
Les indices ont été représentés pour tous les groupes confondus dans les graphiques

suyvants pour les années 2006, 2011 et 2017. Les couleurs correspondent aux différentes classes de l'étiquette énergie. Les limites de ces classes sont présentées ci-dessus.

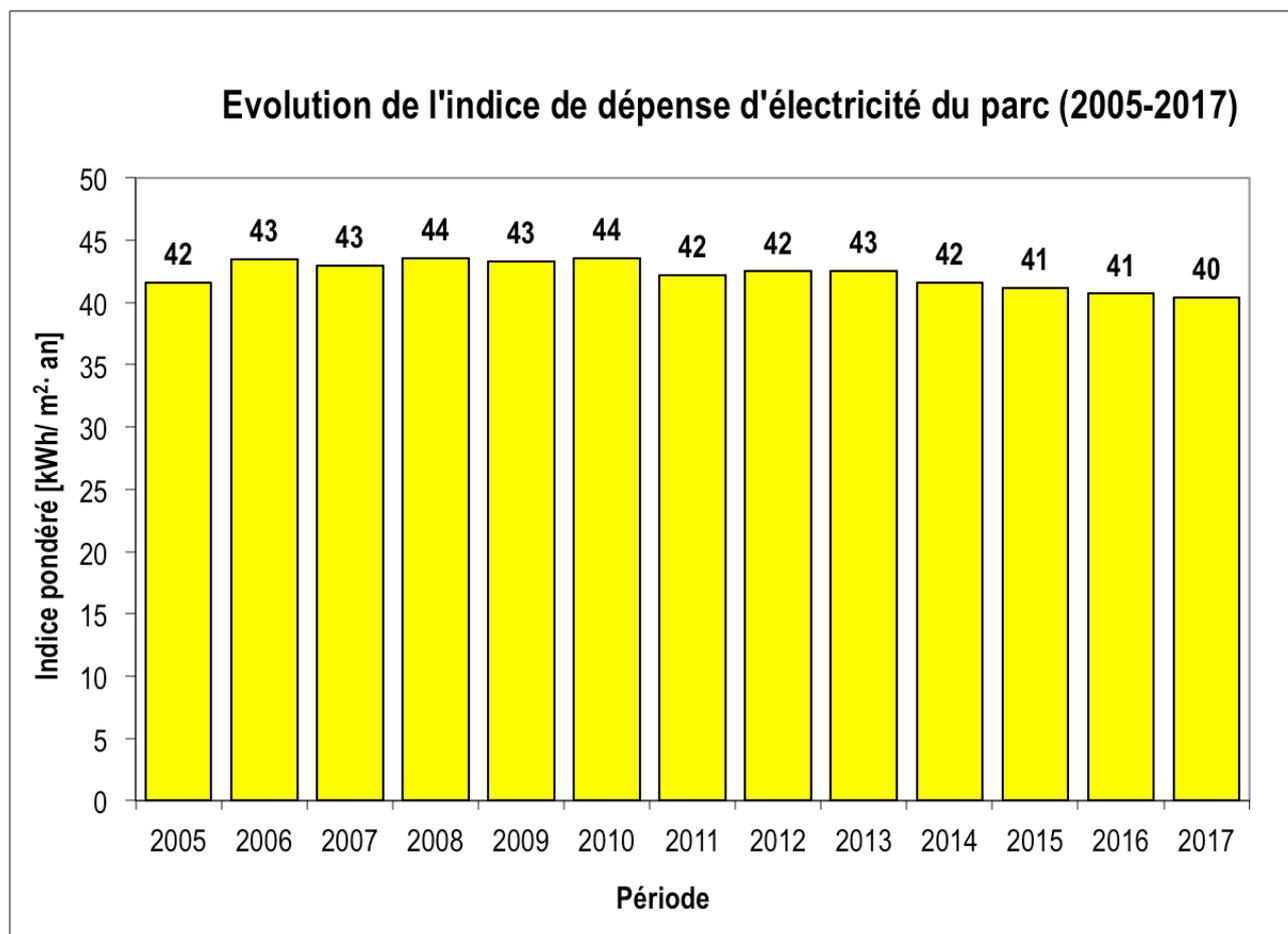
- Classe 1  $Q_h \leq 20 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{an}$
- Classe 2  $20 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{an} < Q_h \leq 40 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{an}$
- Classe 3  $Q_h \leq 40 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{an}$



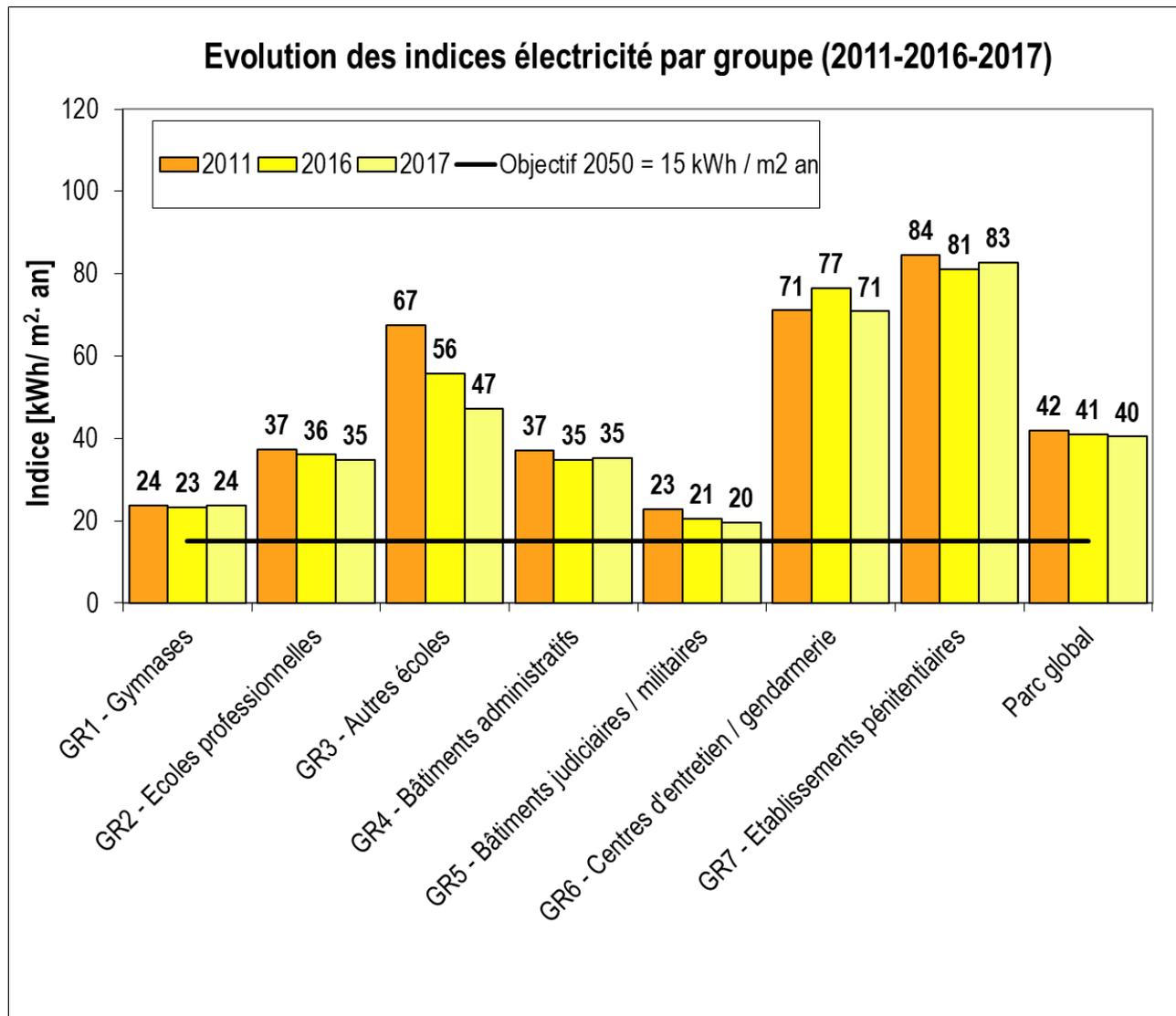
Le graphique suivant présente la part des bâtiments dans les classes définies à la page précédente.



Le graphique suivant présente l'évolution des indices pour chaque groupe de 2005 à 2017.



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

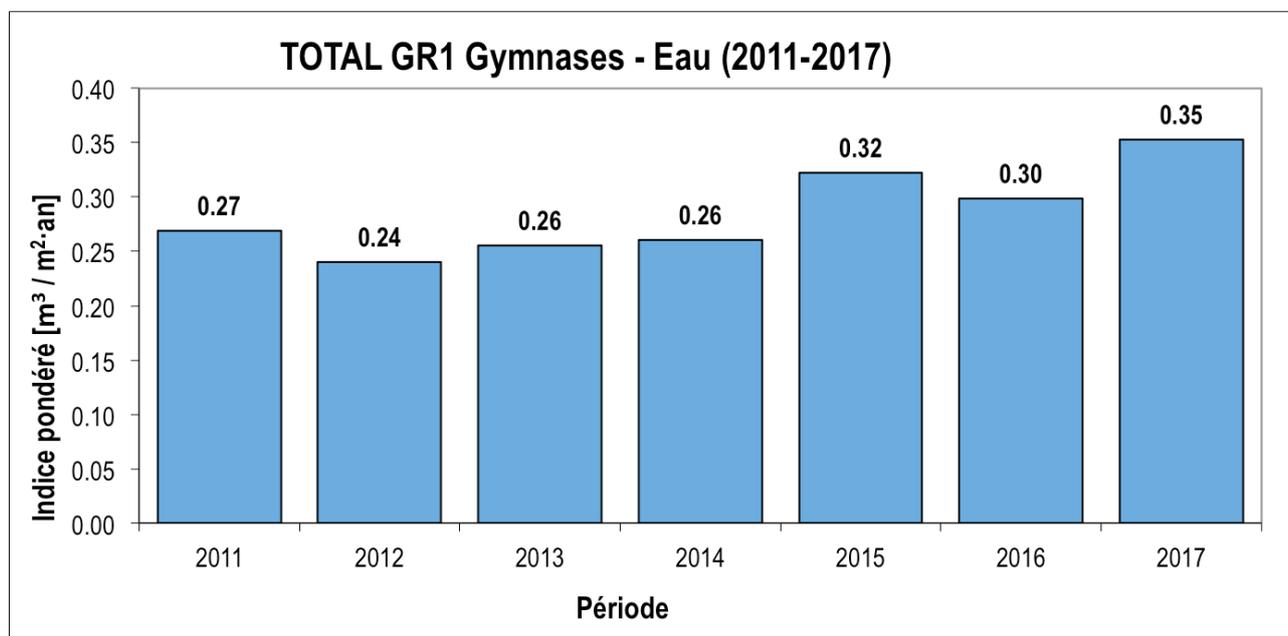


### 4.3. Eau

Dans cette partie, les consommations d'eau seront étudiées.

#### 4.3.1. GR1 – Gymnases

L'indice de consommation d'eau est à la hausse entre 2016 et 2017 (+18%).

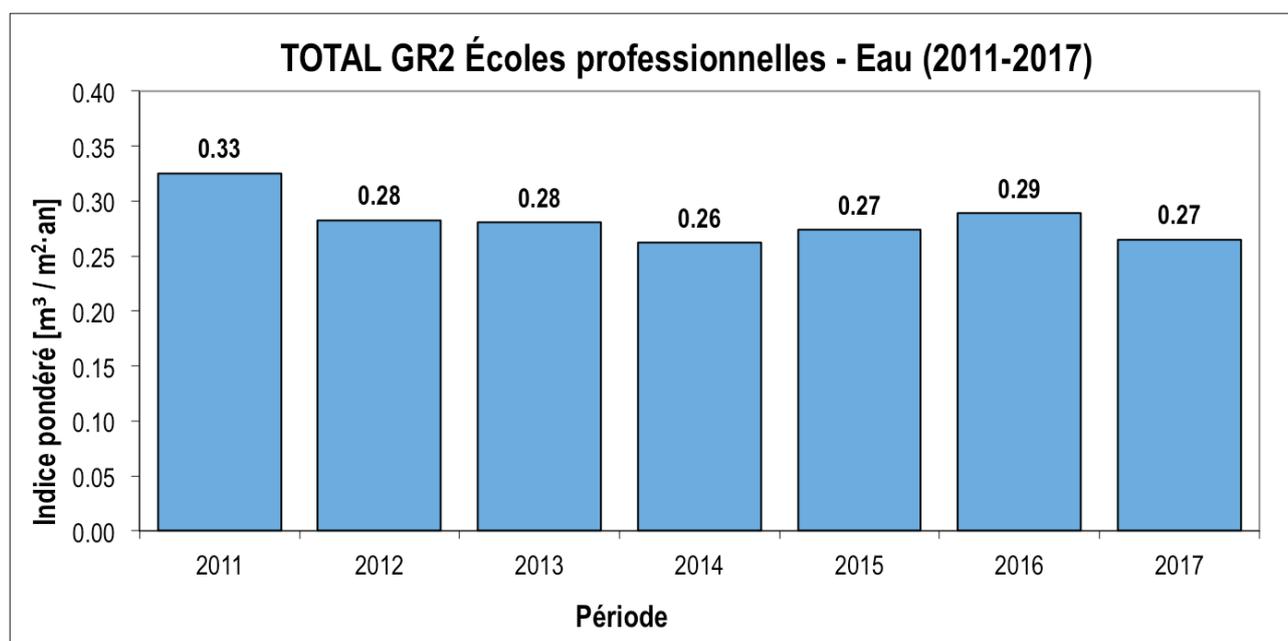


#### Commentaires :

- Auguste Piccard : consommation anormale d'eau en mai et décembre 2017 (les index des compteurs sont consistants), vérifier si il n'y a pas de fuites
- Les données eau ont été intégrées à l'export pour Gymnase de Morges + CEPM

#### 4.3.2. GR2 - Ecoles professionnelles

L'indice de consommation d'eau est à la baisse entre 2016 et 2017 (-8 %).

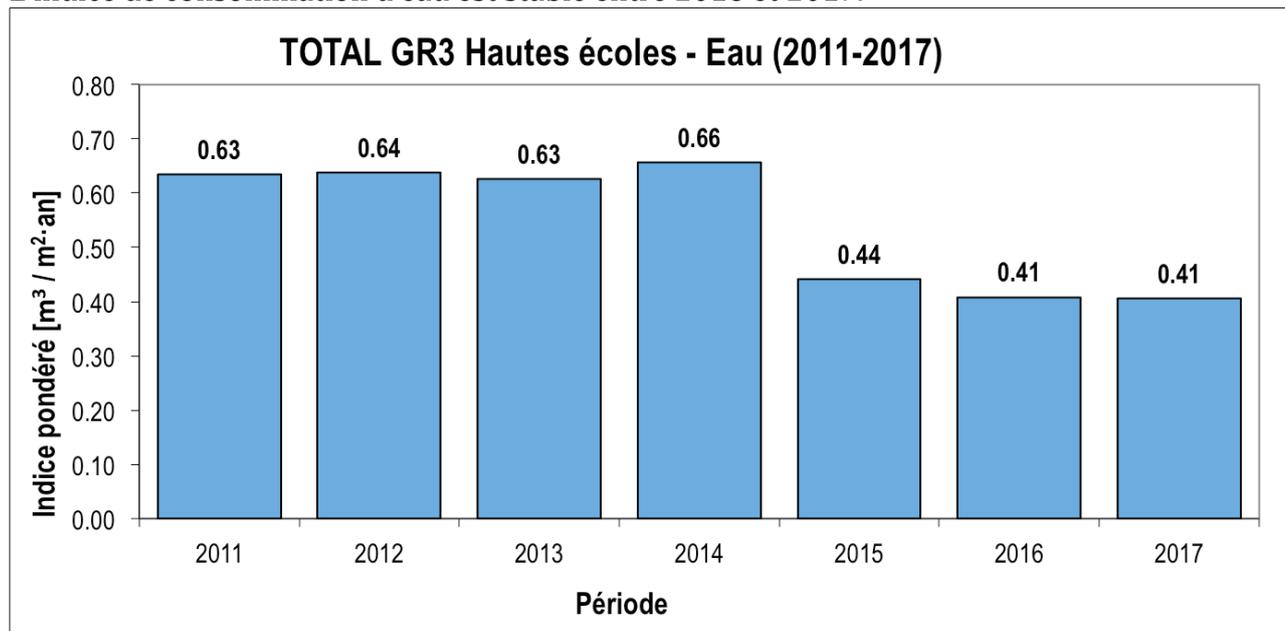


**Commentaires :**

- Hausse significative (+39%) pour le château de Carouge
- Les données eau ont été intégrées à l'export pour les bâtiments : EPCA, Grange-Verney,
- Pas de données d'eau pour le bâtiment : EPCL VJ
- COFOP : total eau à paramétrer correctement
- OPTI : pas de compteur d'eau général sur tener (que un compteur pour le chauffe-eau) : voir avec le service technique si un compteur général existe

**4.3.3. GR3 - Hautes écoles**

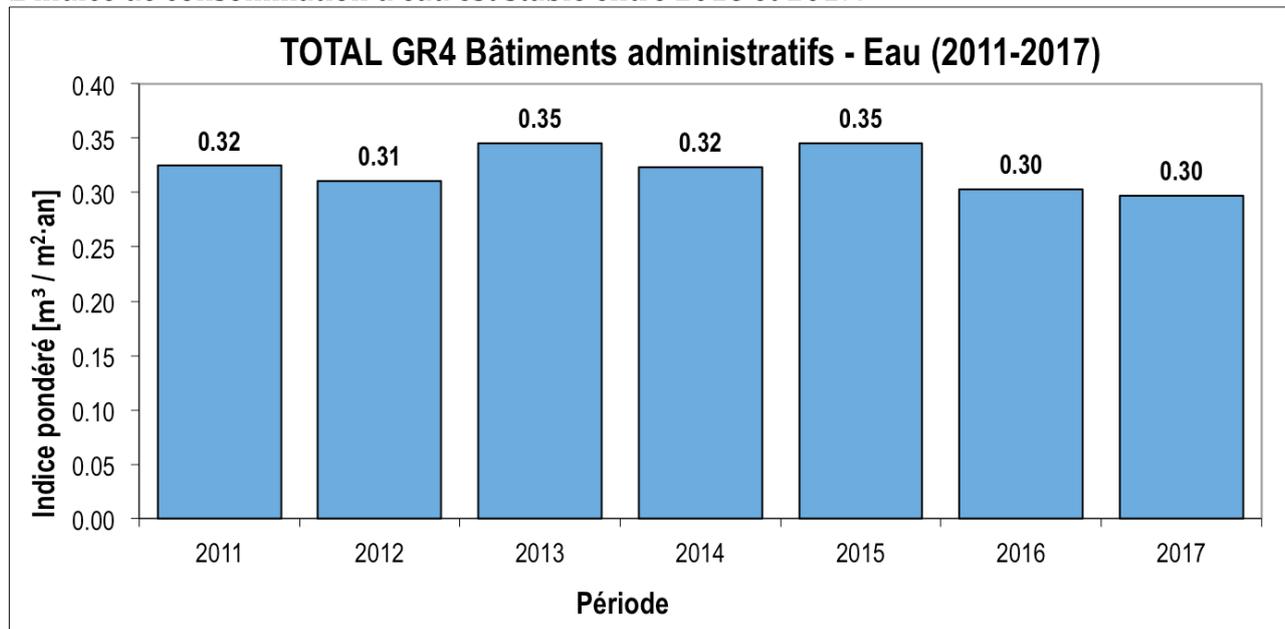
L'indice de consommation d'eau est stable entre 2016 et 2017.

**Commentaires :**

- Légère augmentation pour HEIG-VD (+4%)
- Légère diminution pour la HEP (-3%)

**4.3.4. GR4 - Bâtiments administratifs**

L'indice de consommation d'eau est stable entre 2016 et 2017.

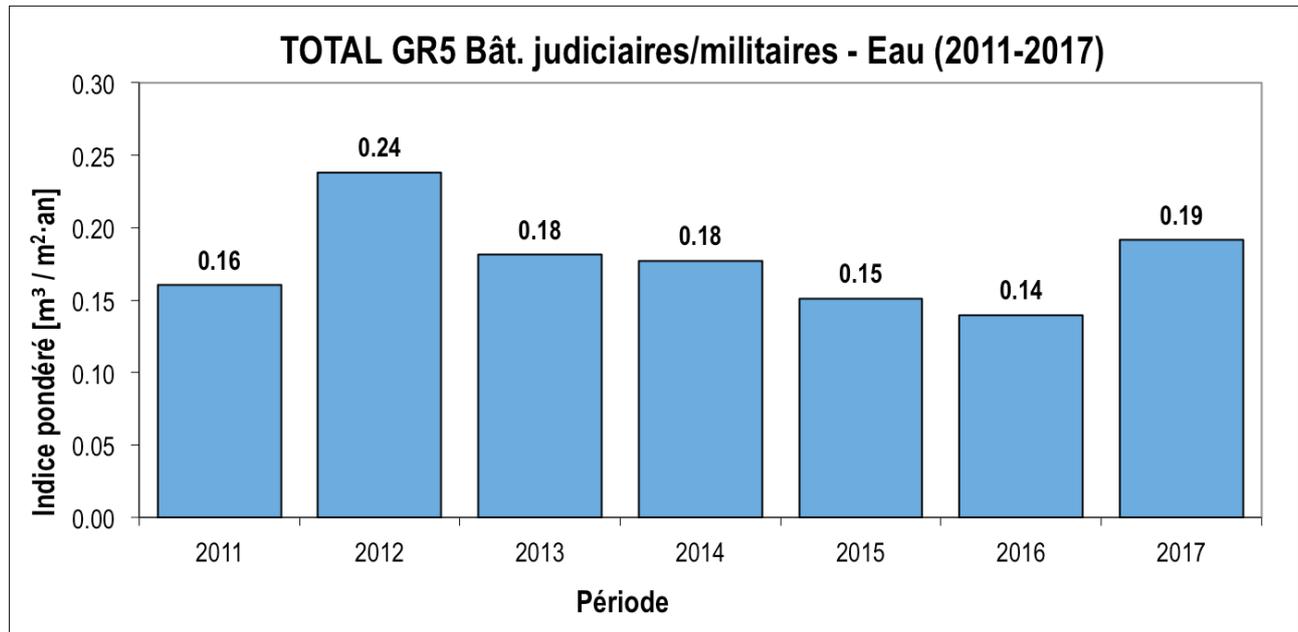


**Commentaires :**

- Château Grand'Air : grande baisse de consommation (-65%) à expliquer
- ACV : plus de saisie d'eau depuis mi-2016
- Château cantonal : travaux en 2017

**4.3.5. GR5 - Bâtiments judiciaires / militaires**

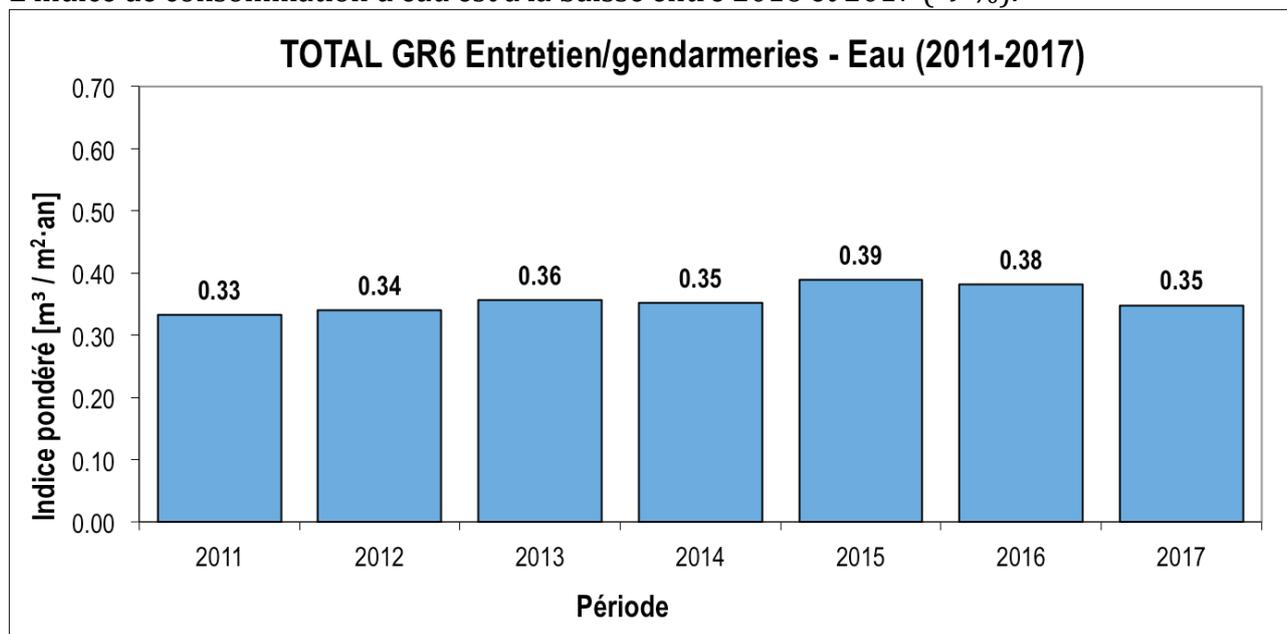
L'indice de consommation d'eau est à la hausse entre 2016 et 2017 (+37%).

**Commentaires :**

- Augmentation significative pour l'Arsenal de Morges (+67 %) à expliquer
- Augmentation pour le tribunal de Lausanne (+7%)
- Consommation stable pour le tribunal d'Yverdon

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

L'indice de consommation d'eau est à la baisse entre 2016 et 2017 (-9 %).



#### Commentaires :

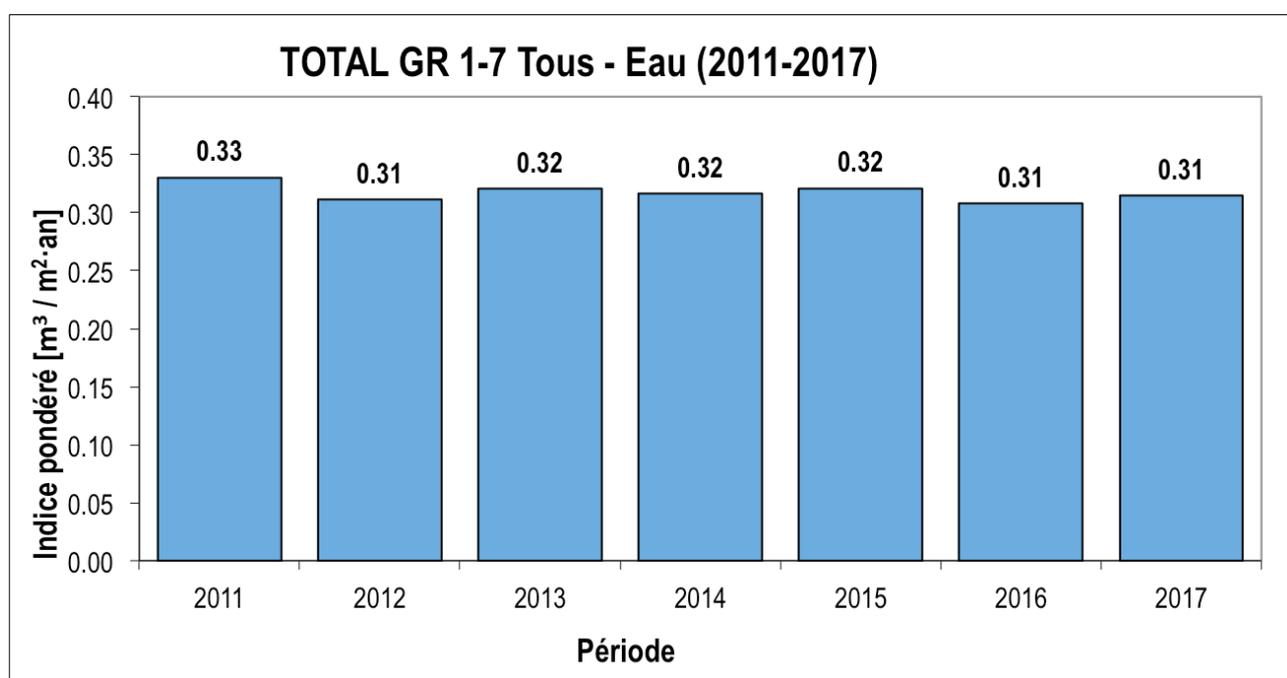
- Augmentation significative pour le SAN Aigle depuis mars 2017 à expliquer (+94%).
- Diminution pour le SAN Lausanne (-22%)
- Centre Blécherette : données d'eau ajoutées

#### 4.3.7. GR7 - Etablissements pénitentiaires

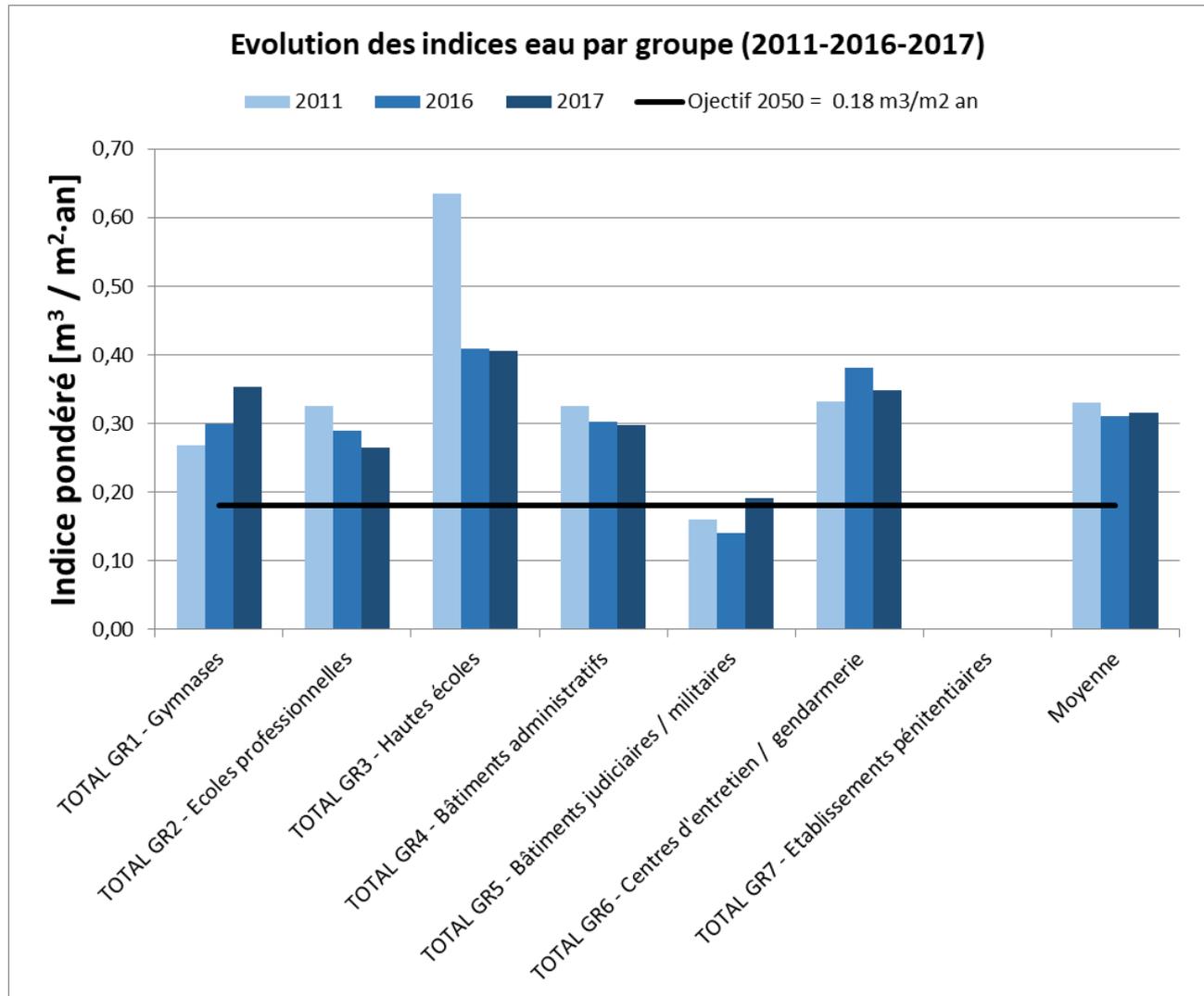
Ce groupe n'a pas de données pour l'eau. Le suivi devra être mis en place avec les services techniques si les compteurs existent.

#### 4.3.8. Global

L'indice global de consommation d'eau est stable entre 2016 et 2017.



Le graphique suivant présente l'évolution de l'indice entre 2011 et 2017 pour chaque groupe.



## 5. 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.

### 5.1. 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.

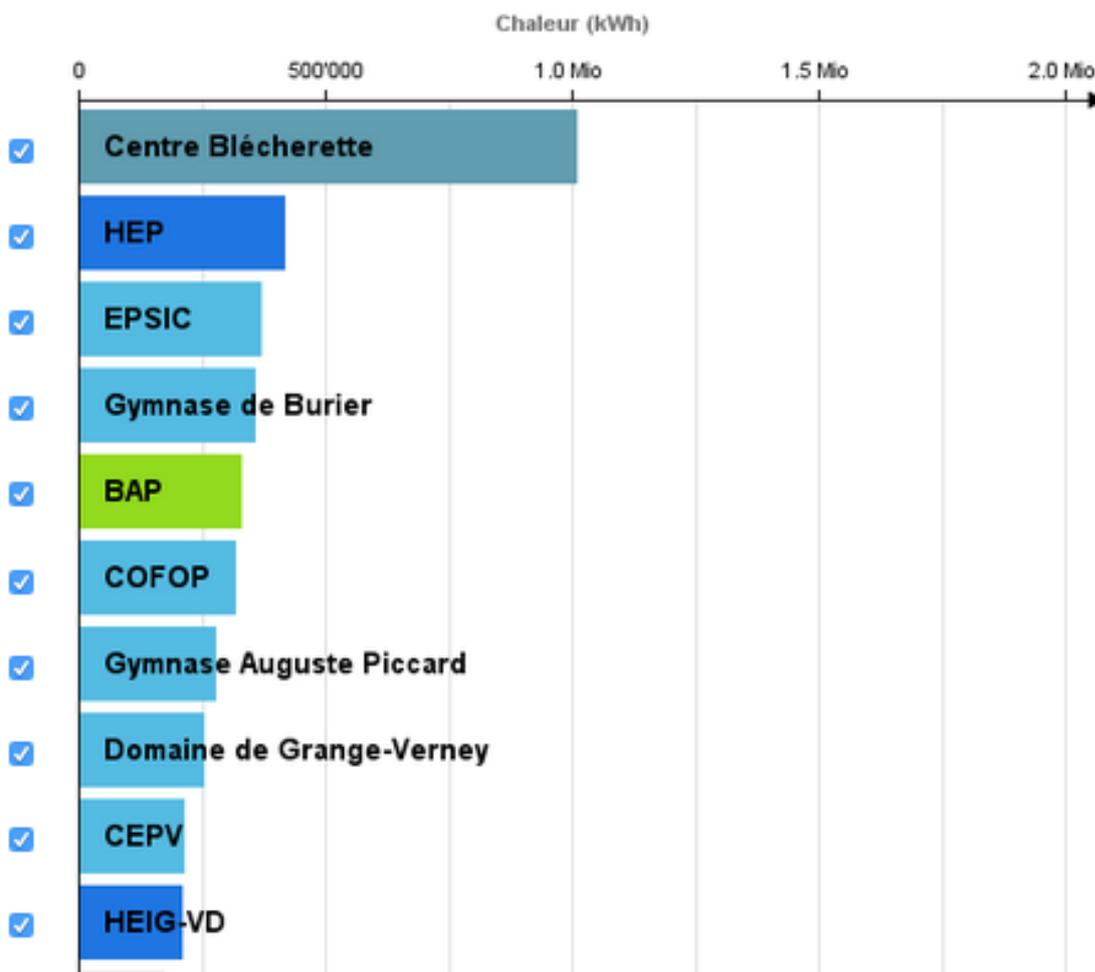
## 5.2. Chaleur

Avec les 10 bâtiments ci-dessous, il est possible d'exploiter 72 % du potentiel existant au niveau de l'économie de chaleur. L'économie financière annuelle correspondante est d'environ 373'000 CHF. Les potentiels statistiques ne peuvent pas être calculés pour les prisons car energo ne dispose pas d'assez de données sur cette typologie, cela ne signifie toutefois pas que le potentiel est inexistant.

	Unité	1 an	5 ans
<b>Energie</b>	kWh	3'730'972	18'654'860
<b>Coût</b>	CHF	373 097	1'865'485
<b>Potentiel exploité</b>		<b>72 %</b>	

<span style="color: #FFC000;">■</span> Caserne (1)
<span style="color: #90EE90;">■</span> Prison (6)
<span style="color: #32CD32;">■</span> Administration (16)
<span style="color: #00B0F0;">■</span> Gymnase (28)
<span style="color: #0000FF;">■</span> Université (2)
<span style="color: #4682B4;">■</span> Centre d'entret. (3)

### Potentiel d'optimisation



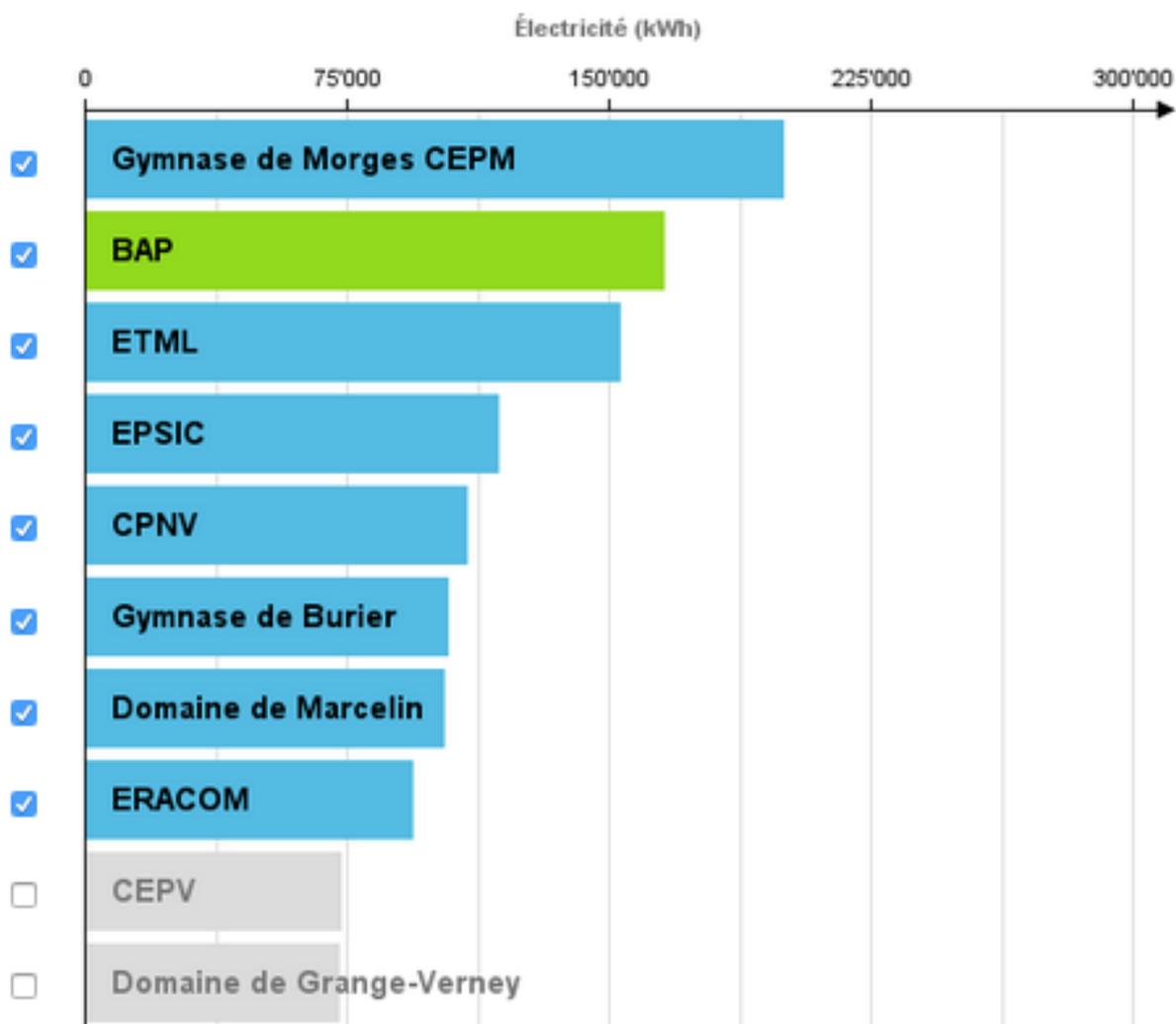
<input type="checkbox"/>	SAN Lausanne						
<input type="checkbox"/>	ERACOM						
<input type="checkbox"/>	Gymnase de Morges CEPM						
<input type="checkbox"/>	Ecole de la Santé						
<input type="checkbox"/>	Gymnase du Bugnon						
<input type="checkbox"/>	OPTI Centre						
<input type="checkbox"/>	Ex-EFILM						
<input type="checkbox"/>	Domaine de Marcelin						
<input type="checkbox"/>	Château de Carouge						
<input type="checkbox"/>	Gymnase de la Cité						
<input type="checkbox"/>	BAC Morges						
<input type="checkbox"/>	Jardin Botanique						
<input type="checkbox"/>	SAN Aigle						
<input type="checkbox"/>	ETVJ						
<input type="checkbox"/>	Elysée 4						
<input type="checkbox"/>	César Roux 2						
<input type="checkbox"/>	Gymnase d'Yverdon						

### 5.3. Electricité

Avec les 8 bâtiments ci-dessous, il est possible d'exploiter 72 % du potentiel existant au niveau de l'économie d'électricité. L'économie financière annuelle correspondante est d'environ 209'525 CHF. Les potentiels statistiques ne peuvent pas être calculés pour les prisons car energo ne dispose pas d'assez de données sur cette typologie, cela ne signifie toutefois pas que le potentiel est inexistant.

	Unité	1 an	5 ans
Energie	kWh	1'047'628	5'238'140
Coût	CHF	209'525	1'047'628
Potentiel exploité		72 %	

### Potentiel d'optimisation



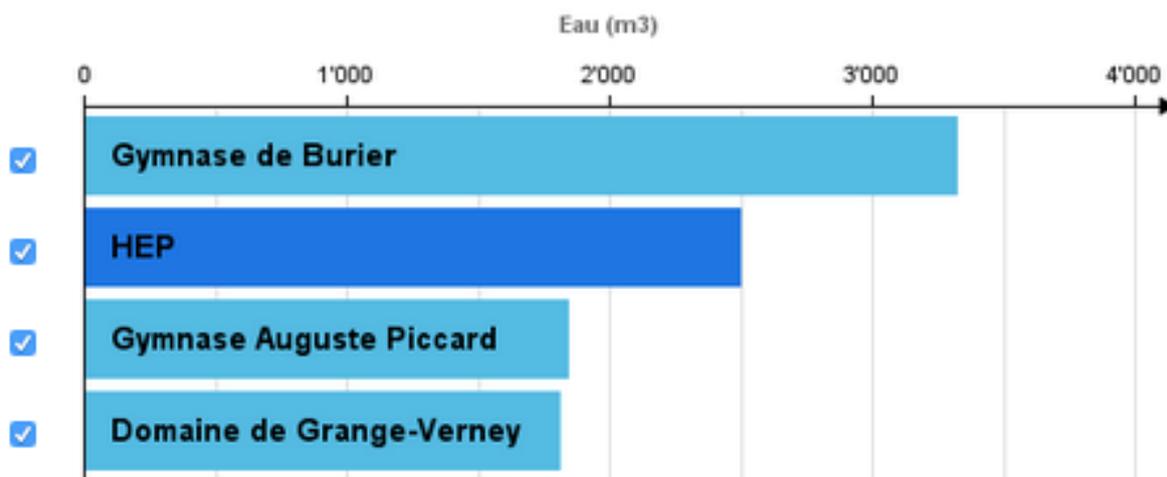


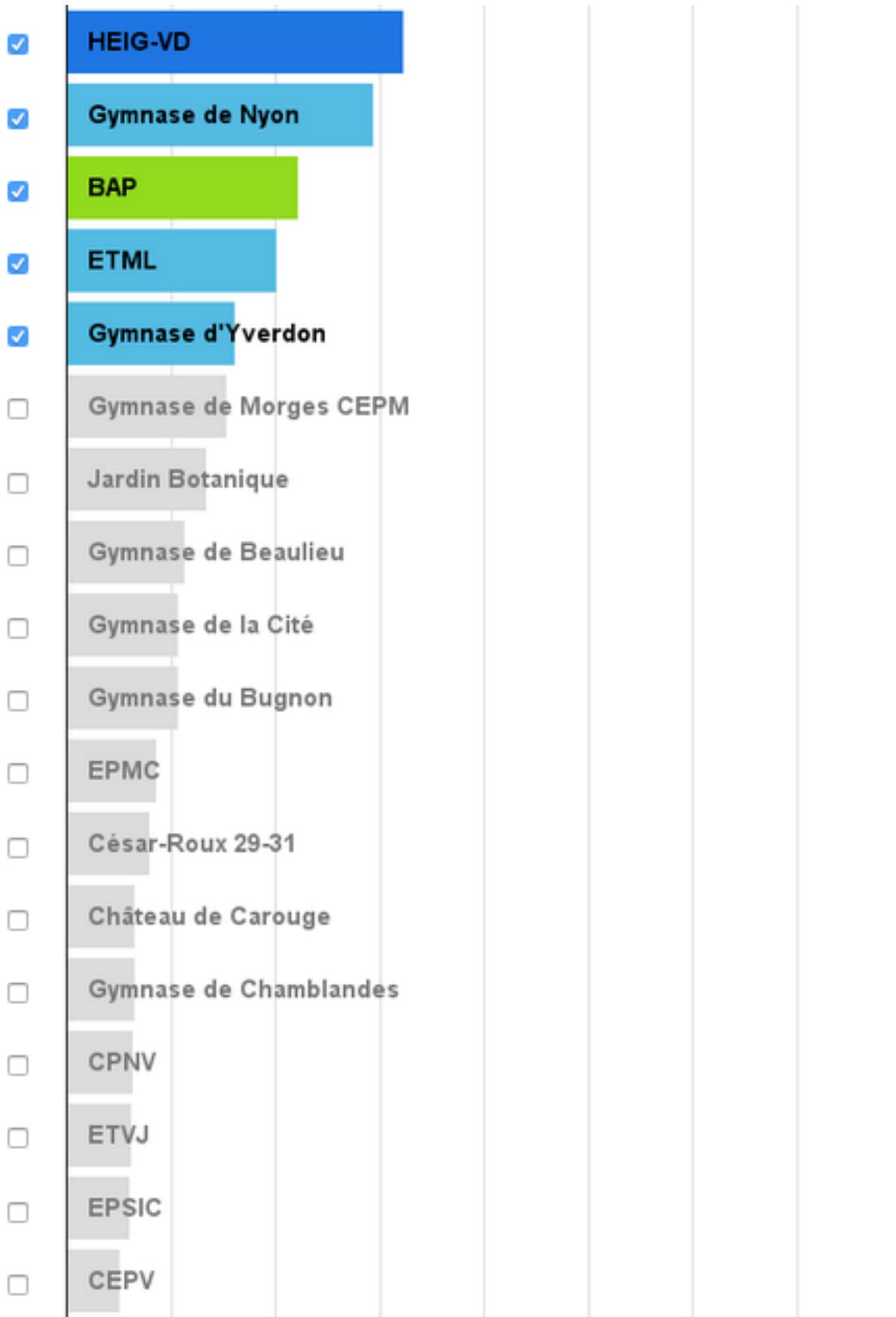
### 5.4. Eau

Avec les 9 bâtiments ci-dessous, il est possible d'exploiter 73 % du potentiel existant au niveau de l'économie d'eau. L'économie financière annuelle correspondante est d'environ 17'743 CHF. Les potentiels statistiques ne peuvent pas être calculés pour les prisons car energo ne dispose pas d'assez de données sur cette typologie, cela ne signifie toutefois pas que le potentiel est inexistant.

	Unité	1 an	5 ans
Energie	m <sup>3</sup>	15'460	77'300
Coût	CHF	20'098	100'490
Potentiel exploité		73 %	

### Potentiel d'optimisation





### 5.5. Global

Les potentiels pour chaque consommation ayant été identifiés, 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

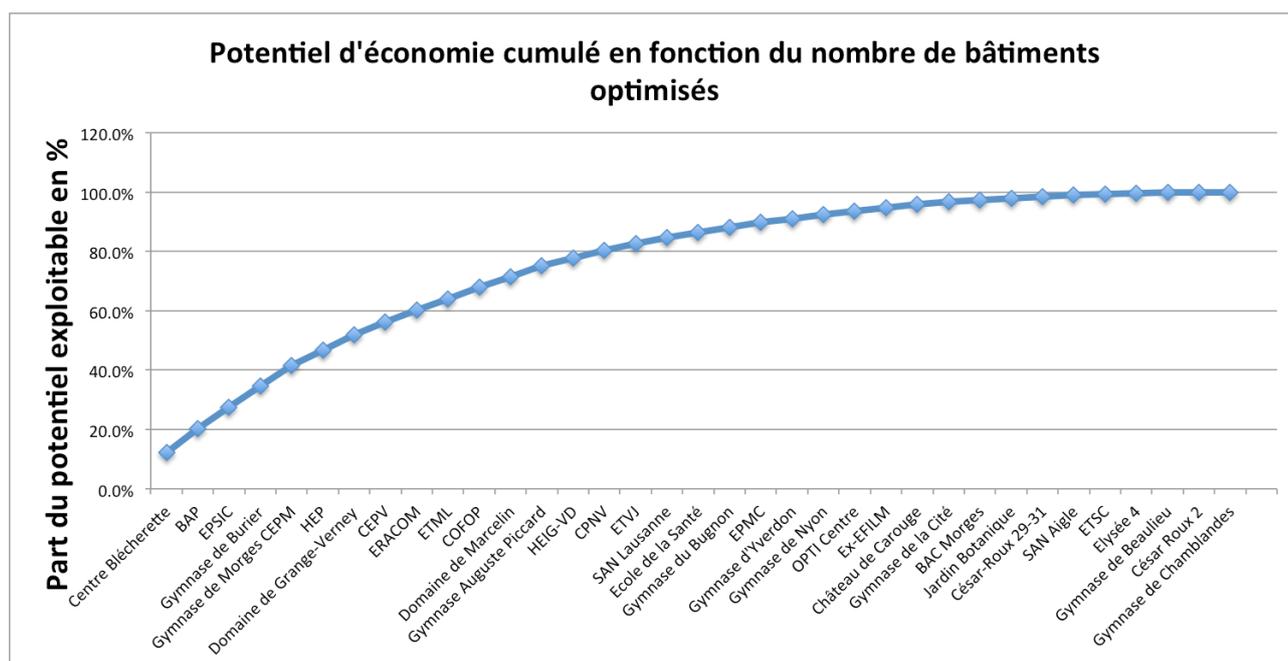
Optimisation selon rapport 2016	Fin de mandat	Grand consommateur	Bâtiment	SRE (m2)	Total CHF	Part potentiel	Part potentiel cumulé
X		X	Centre Blécherette	37 668	100 998	12.1%	12.1%
X		X	BAP	18 091	67 497	8.1%	20.2%
		X	EPSIC	19 660	60 635	7.3%	27.5%
		X	Gymnase de Burier	21 281	60 588	7.3%	34.8%
X		X	Gymnase de Morges CEPM	26 701	56 052	6.7%	41.5%
		X	HEP	23 442	44 675	5.4%	46.8%
X			Domaine de Grange-Verney	8 478	41 822	5.0%	51.8%
			CEPV	11 205	36 125	4.3%	56.2%
			ERACOM	10 675	34 046	4.1%	60.3%
X		X	ETML	21 023	31 959	3.8%	64.1%
			COFOP	13 480	31 456	3.8%	67.9%
X		X	Domaine de Marcelin	14 003	30 131	3.6%	71.5%
X			Gymnase Auguste Piccard	15 130	29 977	3.6%	75.1%
	X	X	HEIG-VD	27 106	22 621	2.7%	77.8%
X		X	CPNV	16 804	22 281	2.7%	80.5%
			ETVJ	4 613	17 367	2.1%	82.6%
X			SAN Lausanne	5 401	16 961	2.0%	84.6%
			Ecole de la Santé	6 925	14 272	1.7%	86.3%
			Gymnase du Bugnon	9 085	14 216	1.7%	88.0%
			EPMC	5 261	14 038	1.7%	89.7%
X			Gymnase d'Yverdon	17 280	11 003	1.3%	91.0%
	X		Gymnase de Nyon	27 456	10 814	1.3%	92.3%
			OPTI Centre	4 843	10 220	1.2%	93.5%
			Ex-EFILM	4 602	9 900	1.2%	94.7%
			Château de Carouge	3 022	8 556	1.0%	95.7%
			Gymnase de la Cité	6 886	7 573	0.9%	96.7%
			BAC Morges	3 547	5 283	0.6%	97.3%
			Jardin Botanique	1 527	5 238	0.6%	97.9%
			César-Roux 29-31	3 010	4 672	0.6%	98.5%

Optimisation selon rapport 2016	Fin de mandat	Grand consommateur	Bâtiment	SRE (m2)	Total CHF	Part potentiel	Part potentiel cumulé
			SAN Aigle	1 210	4 183	0.5%	99.0%
			ETSC	1 974	2 946	0.4%	99.3%
			Elysée 4	2 797	1 822	0.2%	99.5%
			Gymnase de Beaulieu	10 593	1 746	0.2%	99.8%
			César Roux 2	1 764	1 625	0.2%	100.0%
			Gymnase de Chamblandes	10 582	414	0.0%	100.0%
			<b>TOTAL - tous les bâtiments</b>	<b>417 125</b>	<b>833 712</b>	<b>100%</b>	
			<b>TOTAL - bâtiments prioritaires</b>	<b>360 768</b>	<b>769 534</b>	<b>92.3%</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 769'534 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.

Les optimisations prévues dans le rapport précédent 2011-2016 (chap. 4.2) sont :

- Terminées pour l'EPCL et le CLE
- En cours pour le Parlement, le CEOL et l'EDM (établissement de détention de mineurs à Palézieux)



Avec 21 bâtiment du parc, il est possible d'atteindre 92.3 % du potentiel total d'économie financière, soit 769'534 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 bâtiment retenus devra être faite.

Le tableau ci-dessous présente la variation des indices de 2016 à 2017 pour la chaleur et l'électricité.

Bâtiment	SRE m <sup>2</sup>	Potentiels CHF	Part potentiel cumulé %	Variation chaleur 2016-2017 %	Variation électricité 2016-2017 %
Centre Blécherette	37 668	100 998	12.7%	-0.91	-4
BAP	18 091	67 497	21.2%	-2.38	1
EPSIC	19 660	60 635	28.8%	8.13	1
Gymnase de Burier	21 281	60 588	36.4%	-0.73	-4
Gymnase de Morges CEPM	26 701	55 061	43.4%	-0.44	6
HEP	23 442	44 675	49.0%	-6	-31
CEPV	11 205	36 125	53.5%	9.93	5
ERACOM	10 675	34 046	57.8%	-4.03	-1
ETML	21 023	31 959	61.8%	-19.93	2
COFOP	13 480	31 456	65.8%	39.14	-
Domaine de Marcellin	14 003	30 131	69.6%	-15.84	-1
Gymnase Auguste Piccard	15 130	29 977	73.3%	-0.79	-
Domaine de Grange- Verney	8 478	24 942	76.5%	-4.29	-
HEIG-VD	27 106	22 621	79.3%	7.85	0
CPNV	16 804	22 281	82.1%	-	-12
SAN Lausanne	5 401	16 961	84.2%	-21.35	-9
Ecole de la Santé	6 925	14 272	86.0%	12.11	1
Gymnase du Bugnon	9 085	14 216	87.8%	-4.3	13
EPMC	5 261	14 038	89.6%	-30	-10

Attention la valeur de variation pour le COFOP pourrait être dû à un problème de comptage.

## 6. 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 place rapidement une démarche d'optimisation dans les bâtiments prioritaires ou la faisabilité est avérée *in-situ* par une visite dans le bâtiment (audit de potentiel)
- Adopter une démarche intégrée qui permet d'établir un plan d'action énergétique cohérent sur 10-20 ans. Ces audits peuvent être étendus au besoin sur de la modernisation (changement des circulateurs, changement de production de chaleur, assainissement des façades, etc.) ou l'intégration des énergies renouvelables (potentiel solaire PV ou thermique)
- Digitaliser les informations du bâtiment sur la plateforme energoTOOLS (schéma de principe, schéma de comptage)
- Former les exploitants à l'utilisation du nouveau outil de suivi energoTOOLS pour qu'ils puissent profiter pleinement des nouvelles fonctionnalités (détection d'événements, alarmes, etc.),
- Utiliser 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
- Mettre en place le suivi de la consommation d'eau pour le groupe GR7
- Compléter les données du tableau du chapitre 8.1 avec les données manquantes

## 7. Conclusion

Sur la base du présent rapport, le SIPaL a décidé en septembre 2018 de :

- Mettre en œuvre les recommandations susmentionnées au point 6.
- De lancer les nouveaux audits énergétiques des sites suivants
  - EPSIC (audit Grands consommateurs)
  - CEPV (Crédit cadre 2021)
  - ETVJ
  - COFOP (Crédit cadre 2020)

Finalement parmi les 22 sites identifiés au chapitre 5.5, seuls l'ERACOM, l'école de santé, le gymnase du Bugnon et l'EPM ne profiteront pas encore d'un audit énergétique pour des questions de ressources. L'ERACOM sera assaini de manière approfondie en 2020. Une optimisation ne se justifie donc pas maintenant.

Pour les 18 autres sites identifiés dans le rapport des audits énergétiques Grands consommateurs ou d'optimisation ont été ou seront mis œuvre.

## **8. Annexes**

## 8.1. Annexe 1 : données de consommation 2017

energoTOOLS

energo®  
L'efficacité énergétique  
dans le bâtiment

Arsenal de Morges ( Caserne )							
Année	Surface locative	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	12'024	846'786	225'665	2'740	-	-

BAC Morges ( Administration )							
Année	Places de travail	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	3'547	356'291	147'952	1'277	-	-

BAC Yverdon ( Administration )							
Année	Places de travail	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	3'461	127'310	84'823	452	-	-

BAP ( Administration )							
Année	Places de travail	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	18'091	1'645'419	828'891	5'512	-	-

Bois Mermet ( Prison )							
Année	Surface halles	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	4'780	1'145'568	426'743	0.00	-	-

BOVERESSES 155 ( Administration )							
Année	Places de travail	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	17'010	833'870	539'559	1'371	-	-

Centre Blécherette ( Centre d'entret. )							
Année	Places de travail	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	37'668	5'049'884	2'672'763	14'047	-	-

CEPV ( Gymnase )							
Année	Élèves	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	11'205	1'058'450	366'061	2'455	-	-

César Roux 2 ( Gymnase )							
Année	Élèves	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	1'764	175'009	27'969	259	-	-

César Roux 37 ( Administration )							
Année	Places de travail	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	1'667	89'634	81'608	379	-	-

César-Roux 29-31 ( Administration )							
Année	Places de travail	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	3'010	257'977	162'364	1'956	-	-

energoTOOLS

energo®  
L'efficacité énergétique  
dans le bâtiment

Château de Carouge ( Gymnase )							
Année	Élèves	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	3'022	407'031	57'964	1'596	-	-

Château Grand'Air ( Administration )							
Année	Places de travail	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	1'309	98'126	5'696	119	-	-

COFOP ( Gymnase )							
Année	Élèves	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	13'480	1'572'822	0.00	0.00	-	-

CPNV ( Gymnase )							
Année	Élèves	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	16'804	0.00	547'037	3'152	-	-

DINF ( Administration )							
Année	Places de travail	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	10'480	591'085	390'946	1'998	-	-

Domaine de Grange-Verney ( Gymnase )							
Année	Élèves	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	8'478	1'247'111	363'143	9'054	-	-

Domaine de Marcelin ( Gymnase )							
Année	Élèves	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	14'003	1'095'753	514'274	1'596	-	-

Domaine des EPO ( Prison )							
Année	Surface halles	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	26'201	6'742'161	2'318'327	0.00	-	-

Ecole de la Santé ( Gymnase )							
Année	Élèves	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	6'925	713'622	156'206	1'101	-	-

EDM Palézioux ( Prison )							
Année	Surface halles	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	3'817	437'321	278'439	0.00	-	-

Elysée 4 ( Administration )							
Année	Places de travail	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	2'797	267'010	78'894	641	-	-

EPCA ( Gymnase )							
Année	Élèves	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	5'730	266'299	101'408	892	-	-

EPCL Midi 13 ( Gymnase )							
Année	Élèves	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	3'148	233'370	49'601	599	-	-

EPCL VJ ( Gymnase )							
Année	Élèves	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	7'481	316'021	0.00	0.00	-	-

EPMC ( Gymnase )							
Année	Élèves	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	5'261	411'936	337'289	2'100	-	-

EPSIC ( Gymnase )							
Année	Élèves	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	19'660	1'829'523	591'509	3'434	-	-

ERACOM ( Gymnase )							
Année	Élèves	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	10'675	960'093	469'062	1'771	-	-

ETML ( Gymnase )							
Année	Élèves	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	21'023	1'024'266	766'546	4'990	-	-

ETSC ( Gymnase )							
Année	Élèves	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	1'974	121'844	73'654	167	-	-

ETVJ ( Gymnase )							
Année	Élèves	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	4'613	423'990	321'663	1'508	-	-

Ex-EFILM ( Administration )							
Année	Places de travail	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	4'602	495'003	185'471	811	-	-

Gymnase Auguste Piccard ( Gymnase )							
Année	Élèves	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	15'130	1'378'869	0.00	9'232	-	-

Gymnase d'Yverdon ( Gymnase )							
Année	Élèves	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	17'280	1'177'086	368'009	4'010	-	-

Gymnase de Beaulieu ( Gymnase )							
Année	Élèves	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	10'593	772'031	237'751	2'786	-	-

Gymnase de Burier ( Gymnase )							
Année	Élèves	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	21'281	1'774'953	519'095	16'633	-	-

Gymnase de Chamblandes ( Gymnase )							
Année	Élèves	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	10'582	580'873	205'783	2'424	-	-

Gymnase de la Cité ( Gymnase )							
Année	Élèves	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	6'886	610'869	105'851	2'645	-	-

Gymnase de la Mercerie ( Gymnase )							
Année	Élèves	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	6'993	481'834	119'065	1'319	-	-

Gymnase de Morges CEPM ( Gymnase )							
Année	Élèves	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	26'701	1'784'971	1'001'732	4'624	-	-

Gymnase de Nyon ( Gymnase )							
Année	Élèves	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	27'456	1'375'815	494'095	7'331	-	-

Gymnase du Bugnon ( Gymnase )							
Année	Élèves	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	9'085	831'250	191'969	2'637	-	-

HEIG-VD ( UniversitÄ© )							
Année	Élèves	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	27'106	1'409'849	1'448'681	8'047	-	-

HEP ( UniversitÄ© )							
Année	Élèves	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	23'442	2'071'356	935'379	12'493	-	-

Jardin Botanique ( Administration )							
Année	Places de travail	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	1'527	218'835	66'281	3'311	-	-

La Croisée ( Prison )							
Année	Surface halles	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	9'686	1'629'276	822'801	0.00	-	-

La Tuilière ( Prison )							
Année	Surface halles	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	7'703	1'299'401	485'830	0.00	-	-

Maillefer 35 ( Administration )							
Année	Places de travail	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	2'463	192'794	45'501	376	-	-

OPTI Centre ( Gymnase )							
Année	Élèves	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	4'843	510'990	64'202	0.00	-	-

PC Gollion ( Administration )							
Année	Places de travail	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	8'102	594'433	141'920	1'734	-	-

SAN Aigle ( Centre d'entret. )							
Année	Places de travail	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	1'210	209'144	68'793	630	-	-

SAN Lausanne ( Centre d'entret. )							
Année	Places de travail	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	5'401	848'070	395'408	1'870	-	-

Simplon 43 ( Prison )							
Année	Surface halles	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	1'463	197'576	101'243	0.00	-	-

Site du Château cantonal ( Administration )							
Année	Places de travail	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	7'282	0.00	0.00	0.00	-	-

Tribunal cantonal de Lausanne ( Administration )							
Année	Places de travail	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	9'342	539'588	177'966	1'432	-	-

Tribunal d'arrondissement d'Yverdon ( Administration )							
Année	Places de travail	SRE (m2)	Chaleur (kWh)	Électricité (kWh)	Eau	CO2 (kg)	Type chauffage
2017	-	1'655	132'249	48'204	234	-	-

## 8.2. Annexe 2 : 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.

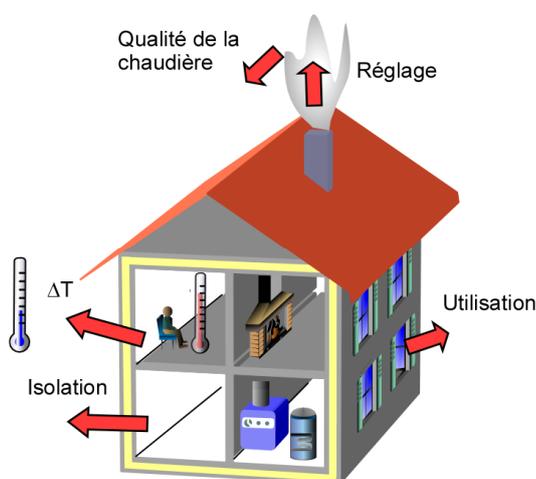


figure 1: évaluation de l'efficacité énergétique des bâtiments

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.

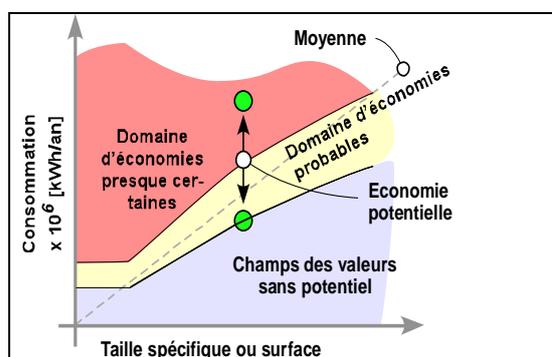


figure 2: évaluation du potentiel d'économie

## 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.

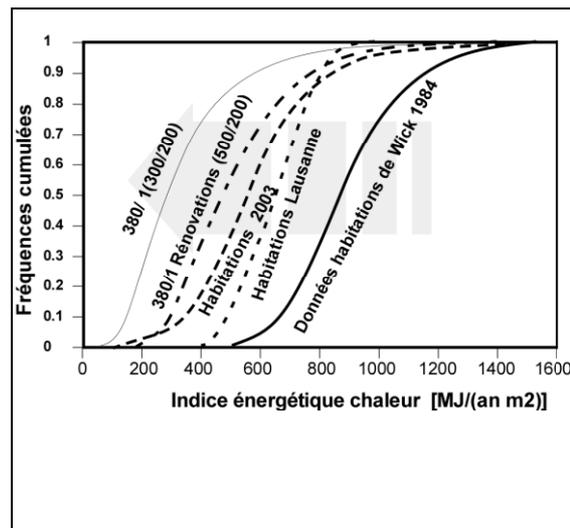


figure 3: données énergétiques acquises et leur représentation

## La méthode

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

En Suisse, la distribution des indices énergétiques a été étudiée pour plusieurs type 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.

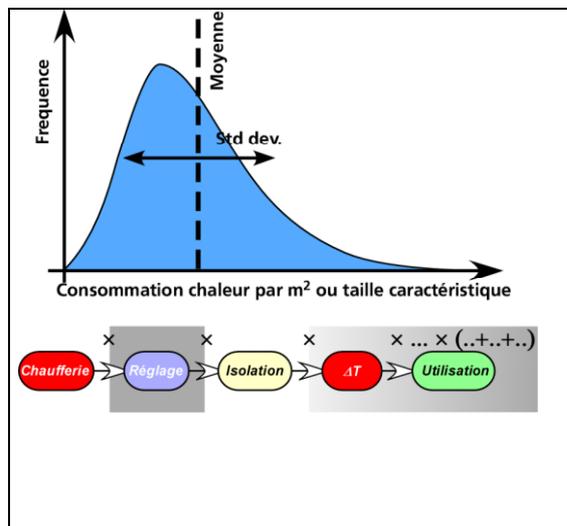


figure 4: Distribution de type log-normale des indices

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.

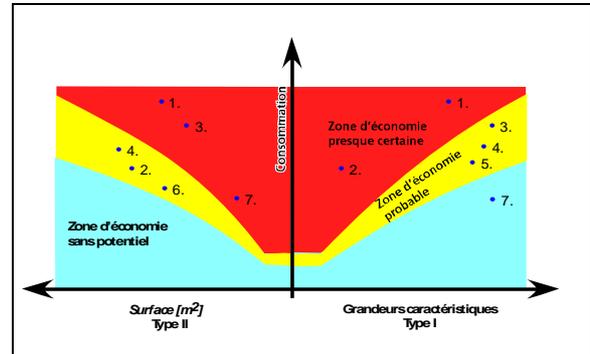


figure 5: zones de potentiel d'économie

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 :

- Bâtiments administratifs
- Centres d'entretien
- Etablissements médicaux sociaux
- Hôpitaux
- Ecoles primaires
- Gymnases
- 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).

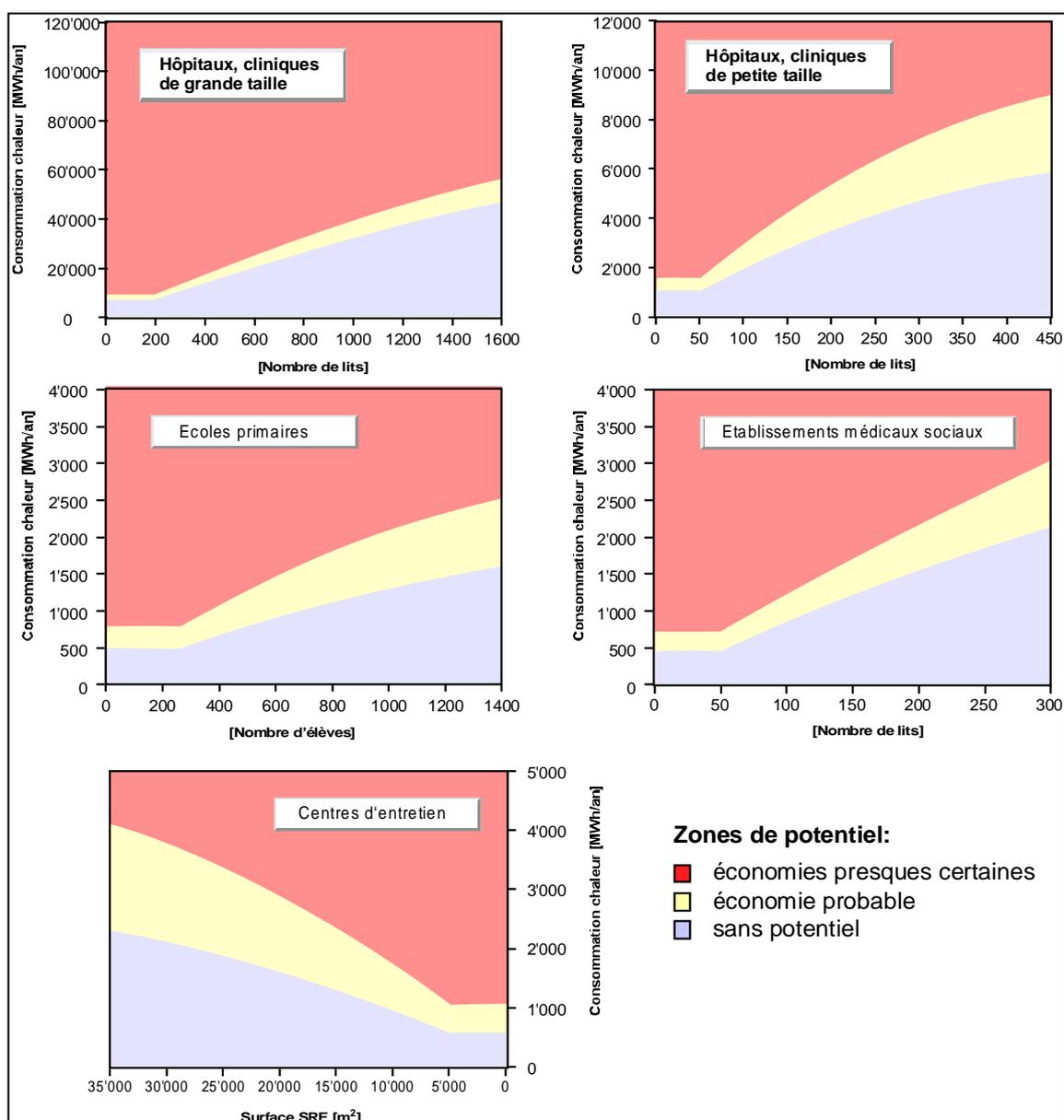


figure 6: évaluation de potentiels d'économie de différents types de bâtiments

### 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.

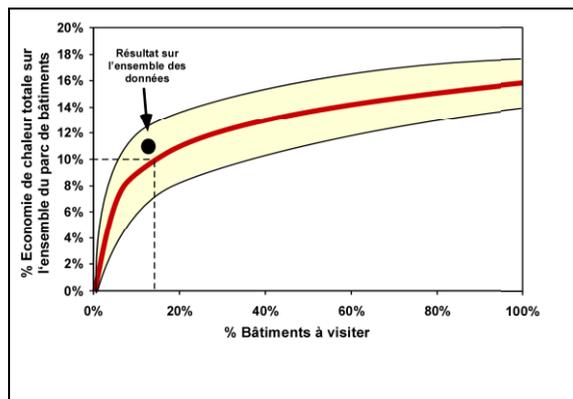


figure 7: pourcentage de bâtiments et d'économie totale

### 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 faible nombre 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

