

Supplément au rapport sur le bilan hydrique du Surf parc de Canéjan.

Denis Loustau, 13 décembre 2024.

Denis Loustau,

Directeur de Recherches en Écologie Physique, retraité.

53 allée du Rouquet, 33610, Cestas.

loustau.denis@gmail.com

Suite à la demande formulée lors de la première réunion contradictoire en présence de l'expert désigné par le président du tribunal administratif de Bordeaux, nous avons complété notre premier rapport sur le bilan hydrique du projet de surf parc faisant l'objet de la demande de permis de construire, ci-après appelé « rapport principal ». Le supplément présenté ici indique la méthodologie adoptée et les données prises en compte, les résultats obtenus et nos conclusions. Ce rapport est un supplément du rapport de Denis Loustau intitulé « Bilan hydrique du Surf Parc de Canéjan » du 14 décembre 2023.

Table des matières

1. Méthodologie	3
2. Calcul du taux d'évaporation des bassins du surf parc.	3
3. Hypothèses de calcul.....	5
4. Résultats, période 1993-2023.	5
5. Valeurs moyennes du bilan hydrique pour la période 1993-2023.....	8
6. Projections.....	9
Conclusions.....	10

1. Méthodologie

Nous avons quantifié l'impact sur la consommation d'eau de ville du surf parc en projet selon la configuration suivante :

- Les deux toitures du projet sont chacune couvertes de 6202 m² de panneaux solaires, inclinés de 10° vers le Sud, comme cela est indiqué dans le document de la société Eneria (décembre 2024), information qui n'était pas en notre possession lors des calculs effectués dans le rapport principal.
- Nous avons alors considéré que la valeur du coefficient d'efficacité de la collecte d'eau de pluie par l'ensemble des toitures est celle indiquée dans le rapport de la société INGETECH, déposé avec le permis de construire, soit 80%. Cette valeur est ici minorée de 10% de pertes liées à la filtration indispensable, soit 72%, conformément aux prescriptions de la note des deux ministères concernés (MDD et MS, 2009).

Hormis ces modifications, les surfaces et volumes des bassins du parc et des réservoirs utilisés sont strictement conformes au rapport de la société INGETECH (figure 1 du rapport principal).

2. Calcul du taux d'évaporation des bassins du surf parc.

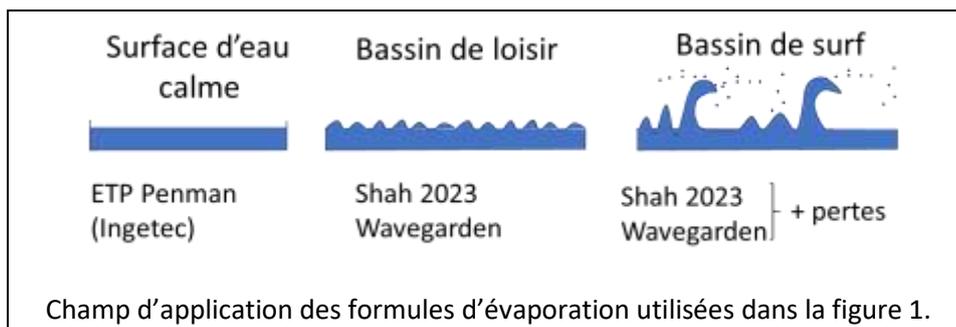
Comme dans le précédent rapport, nous calculons l'évaporation de l'eau des bassins avec la formule proposée par SHAH (2023) qui est basée sur la physique des échanges de chaleur et d'énergie entre une piscine de plein air et l'atmosphère. Cette formule est celle qui restitue le mieux les observations réalisées pour des bassins de loisir en plein air parmi plusieurs autres formules testées (Annexe 1). Son auteur en recommande l'application.

Nous avons également pris en considération à fins de comparaison le modèle d'évaporation préconisé par le constructeur du parc, la société Wavegarden, soit :

$$E = 90 \times T_{\text{air}_m} + 500 \quad (\text{eq. 1})$$

où T_{air_m} est la température moyenne annuelle de l'air à 2 m en degrés Celsius et E l'évaporation annuelle en mm an⁻¹. Cette formule n'a pas de base physique. C'est une abaque empirique présentée par le constructeur pour estimer la masse d'eau annuelle évaporée en moyenne par une piscine à vagues. Elle est jugée vraisemblable selon l'audit de la consommation en eau du surf parc Wavegarden de Coachella, USA (Aldred et Clawson, 2018).

Le schéma simple dans l'encadré ci-dessous explique les différences entre les trois calculs d'évaporation utilisés par le rapport Ingetech, celle de Shah (2023), utilisée dans nos calculs et l'abaque de la société Wavegarden (Aldred et Clawson, 2018).



La comparaison entre notre estimation DT0 (Shah, 2023), celle du constructeur Wavegarden (eq.1) et la valeur moyenne proposée par le rapport INGETECH (987 mm an⁻¹) est présentée en figure 1. On peut constater que l'abaque du constructeur Wavegarden et notre estimation LOU_DT0 donne des valeurs proches à ± 10% près. En revanche, la valeur moyenne proposée par le rapport Ingetech sous-estime les autres estimations d'un facteur allant de - 46% (Wavegarden) à - 62% (Loustau avec DT30=+1°C). L'estimation de l'évaporation des bassins par le rapport INGETECH est donc sous-estimée de près de la moitié par rapport à la référence du constructeur Wavegarden et au modèle physique validé dans la littérature scientifique (Shah, 2023) que nous utilisons.

Cette sous-estimation est le fait d'une utilisation inadéquate de la valeur d'ETP moyenne annuelle proposée par la fiche climatologique de la station de Mérignac par Météo-France et qui n'est valide que dans le cas d'une étendue d'eau calme, un sol nu ou un gazon bien alimenté en eau suivant les cas.

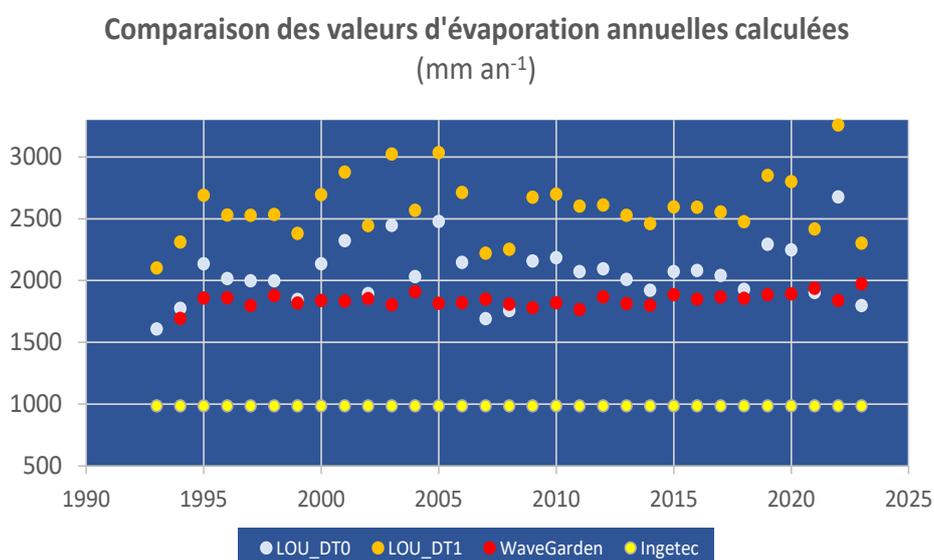


Figure 1. Comparaison de valeurs d'évaporation annuelle des bassins de 1993 à 2023 entre le rapport Loustau, LOU_DT0 et LOU_DT1 (modèle de Shah 2023), l'abaque du constructeur Wavegarden, et la valeur utilisée dans le rapport Ingetech annexé à la demande de permis de construire présentée par la SCI Paola.

3. Hypothèses de calcul

Le volume d'eau des deux bassins est remis à niveau tous les jours, en utilisant d'abord les deux réserves amont et aval, ensuite, si les réserves ne sont pas suffisantes, un apport en eau de ville.

L'absence d'une étude thermique des bassins du surf parc dans le dossier déposé ne permet pas d'établir la température de surface de l'eau des deux bassins, facteur clé de l'évaporation. Nous avons donc évalué les composantes du bilan hydrique du surf parc en embrassant la gamme des valeurs possibles pour la température de l'eau¹. Afin de considérer l'amplitude vraisemblable de la température de surface de l'eau, nous avons représenté ici la consommation d'eau de ville nécessaire au fonctionnement normal du surf parc pour une hypothèse basse, où la température de l'eau des bassins serait égale à la moyenne glissante des températures de l'air des 30 derniers jours, et l'hypothèse haute, où elle serait plus élevée de 2°C (figure 2). Nous avons considéré une perte en eau additionnelle de +50% et +70% relativement à l'évaporation au sens strict de l'eau des bassins pour ces deux hypothèses².

4. Résultats, période 1993-2023.

La figure 2 présente les consommations d'eau calculées pour ces deux hypothèses. Sa répartition saisonnière est donnée en figure 3. Les figures 4 et 5 représentent l'évolution en continu du volume des bassins et des deux réserves ainsi que le cumul annuel d'eau de ville consommée pour les hypothèses DT0+50%, DT1+50% et DT2+50% respectivement.

- La première conclusion est que l'effet des panneaux solaires augmente le volume d'eau récupéré. Cet effet s'élève en moyenne à +25% sur le volume d'eau récupéré depuis les toitures et +17% sur le volume d'eau de pluie total récupéré, en tenant compte des précipitations tombant directement dans les deux bassins.
- La consommation d'eau de ville est diminuée en conséquence de -11.1% relativement à notre précédent rapport par la prise en compte de l'installation des panneaux solaires.
- Malgré cette augmentation du volume d'eau récupéré sur les toitures, on ne parvient jamais à une autosuffisance du parc pour les 31 années considérées de 1993 à 2023. La consommation d'eau de ville varie d'une année à l'autre de façon importante en fonction des variations de précipitations reçues et de la demande évaporative climatique : le volume nécessaire annuellement pour faire fonctionner les deux bassins varie entre un minimum de 8900 m³ en 1994 pour DT+0°C à un maximum 68 729 m³ en 2022 pour DT+2°C +70%.

On constate par ailleurs que l'apport d'eau de ville nécessaire est concentré sur les 3 mois d'été, juillet, août et septembre (figure 3).

¹ On se reportera au tableau 1 du rapport principal pour l'incertitude inhérente à cette hypothèse sur la température de l'eau. Les hypothèses retenues, basées sur les observations réalisées sur la rivière Leyre à Belin Beliet, étaient que la température de surface de l'eau des bassins est la moyenne glissante de la température de l'air des trente derniers jours additionnée de 0, 1 ou 2 °C (Rapport principal, figure 2) . Nous les avons appelées DT0, DT1, et DT2 respectivement.

² Liées aux vagues, embruns et éclaboussures sur les plages.

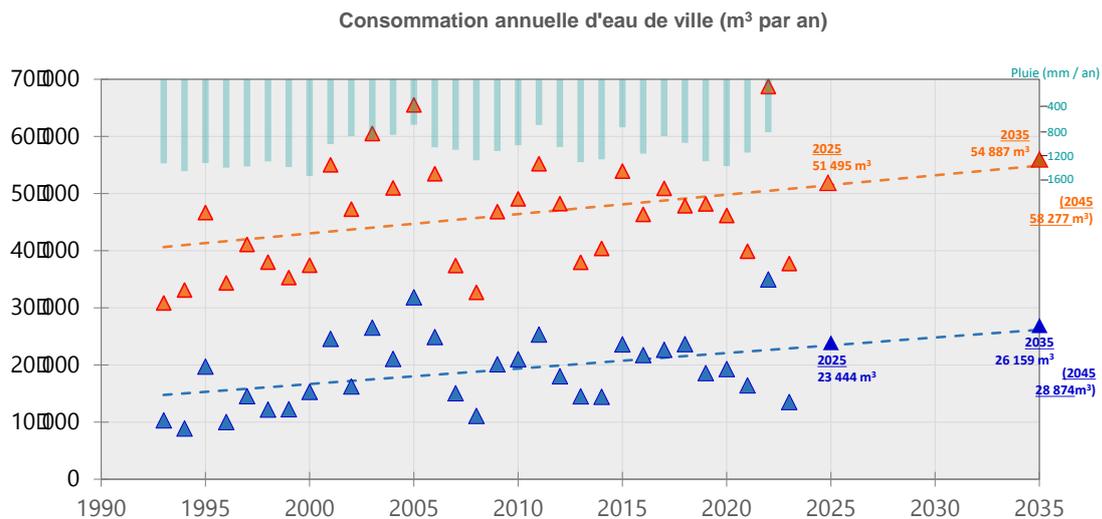


Figure 2. Consommation annuelle d'eau de ville nécessaire au fonctionnement normal du surf parc de 1993 à 2023 pour les hypothèses basse DT0°C +50% (en bleu) et haute DT2°C +70% (orange) de la température de surface de l'eau. Les données d'entrée sont les séries climatologiques fournies par Météo-France (station de Mérignac) et complétées par INRAE (station de Cestas-Pierroton). La hauteur annuelle de précipitations est également représentée par le diagramme en bâton, en bleu turquoise, partie supérieure du graphique et axe de droite.

Les droites de régression donnent la valeur moyenne de consommation à attendre en fonction du temps, en pointillés bleus pour l'hypothèse (DT30+0, 50%), et en pointillés jaunes pour l'hypothèse (DT30+2°C +70%). Les consommations moyennes annuelles à attendre en 2025, 2035 et 2045 sont indiquées dans la partie droite du graphique.

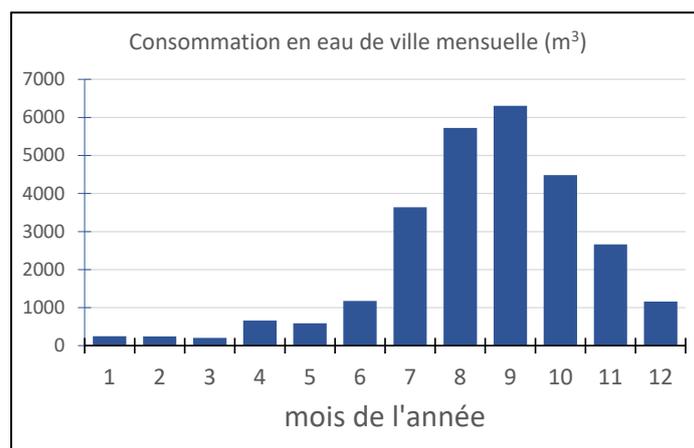


Figure 3. Consommation mensuelle moyenne d'eau de ville nécessaire au fonctionnement normal du surf parc de 1993 à 2023 pour l'hypothèse basse DT0°C +50%.

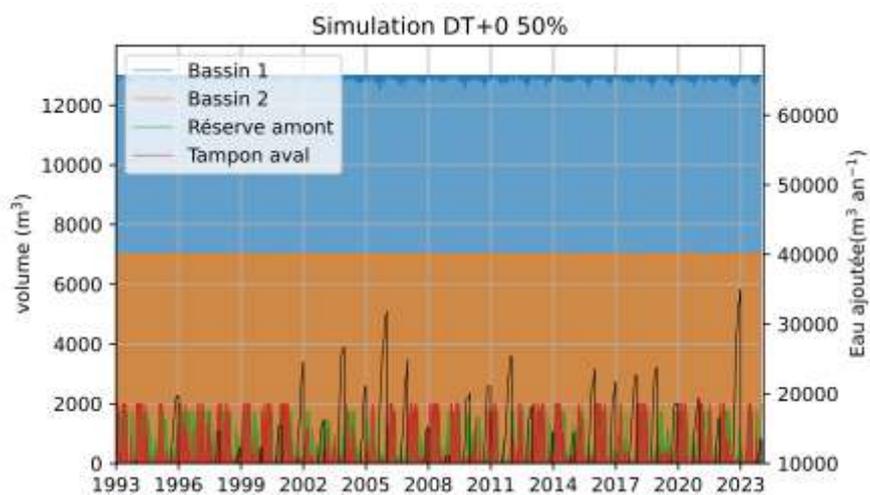


Figure 4. Dynamique 1993-2023 du volume des bassins et réservoirs du surf parc pour l'hypothèse basse (DT+0°C 50%). La courbe en noir est la consommation d'eau cumulée par année.

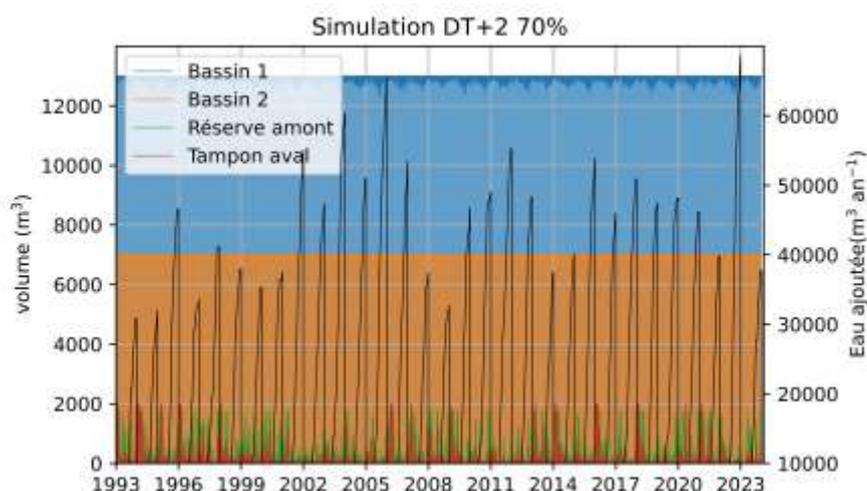


Figure 5. Dynamique 1993-2023 du volume des bassins et réservoirs du surf parc pour l'hypothèse haute (DT+2°C 70%). La courbe en noir est la consommation d'eau cumulée par année.

5. Valeurs moyennes du bilan hydrique pour la période 1993-2023.

Nous avons recalculé les valeurs moyennes des composantes du bilan hydrique présentées dans le rapport principal (tableau 1 du rapport principal) pour tenir compte des panneaux solaires qui seraient installés sur les toitures. Les données actualisées sont présentées en tableau 1 page suivante. Ce tableau établit les composantes du bilan hydrique du surf parc et la consommation d'eau de ville nécessaires au fonctionnement normal du parc de 1993 à 2023.

Tableau 1. Moyennes annuelles des composantes du bilan hydrique des bassins du surf parc pendant la période 1993-2023 sous cinq hypothèses de température de la surface de l'eau des bassins et de majoration de l'évaporation par les pertes additionnelles (configuration avec panneaux solaires en toiture).

	Majoration	T eau -Tair	Bilan du parc (m ³ an ⁻¹)						
			Précipitations	ETR	Pertes		Apports		Eau ajoutée depuis e réseau
					Évaporation +pertes additionnelles	Drainage (eaux de pluie)	Bassins	Toiture	
			mm an ⁻¹	mm an ⁻¹					
période 1993-2022	30%	0°C	902	2 057	36 180	5600	12 204	15 513	14 064
	50%	0 °C	902	2 057	41 746	4 768	12 204	15 513	18 798
		+1 °C	902	2 591	52 588	2 236	12 204	15 513	27 108
		+2 °C	902	3 156	64 059	975	12 204	15 513	37 316
	70%	+2 °C	902	3 156	72 601	851	12 204	15 513	45 727
<i>Ingetech (1991-2020)</i>			<i>925</i>	<i>987</i>	<i>12 983</i>	<i>15 318</i>	<i>30 147</i>		<i>0</i>

Nos données confirment que sous le climat observé de 1993 à 2023, un apport d'eau annuel est nécessaire au fonctionnement du surf parc. La consommation annuelle en eau (colonne à droite du tableau) aurait été en moyenne, avec le modèle médian, de 27 000 m³ environ. En considérant les autres modèles, la fourchette pour la valeur moyenne varierait de 14 000 à 46 000 m³. Par comparaison avec le rapport principal, on constate que les panneaux solaires en toiture diminuent de 7% à 16% la consommation en eau nécessaire au maintien des deux bassins en fonctionnement. La prise en compte de l'installation de panneaux solaires sur les toitures amène à une estimation des apports d'eau cohérente avec celle proposée dans le rapport INGETECH une fois tenu compte des pertes de filtration et de la différence des données utilisées (925 mm pour Ingetech contre 902 mm dans notre cas en raison de la légère différence de période considérée).

6. Projections

Les deux droites en pointillés de la figure 2 représentent les régressions linéaires en fonction du temps des consommations d'eau de ville nécessaire selon les hypothèses basse et haute. Ces deux droites ont une pente positive, ce qui montre que la consommation d'eau du surf parc augmente systématiquement avec le temps en raison de l'évolution du climat. Les deux droites sont extrapolées jusqu'en 2045. Nous avons ainsi estimé la consommation moyenne d'eau de ville à attendre pour les décennies centrées sur 2025, 2035 et 2045. Les valeurs sont portées en insert sur la figure 2. De 2025 à 2045, elles augmentent de 13,2 à 23,2% selon les configurations. Selon le scénario DT30+2 +70%, la consommation en eau nécessaire au seul fonctionnement des bassins atteindrait en moyenne 58 277 m³ par an pour la décennie 2040-2050. Cette projection confirme les pronostics que nous avons avancés dans le rapport principal en ce qui concerne l'évolution à attendre du climat (figures 5 et 6 du rapport principal). Il est de plus très probable qu'une consommation d'eau de ville additionnelle, soit nécessaire pour refroidir l'eau des bassins durant l'été.

Les deux composantes du climat qui provoquent cette évolution du déficit en eau du parc sont illustrées en figure 6 :

- La demande évaporative s'accroît avec le réchauffement climatique et augmente l'évaporation de l'eau des bassins ;
- Les précipitations annuelles diminuent, ce qui se répercute automatiquement sur les apports des précipitations interceptées par les toitures et les bassins. On remarque notamment que la série de 8 années où les précipitations ont dépassé 1000 mm an⁻¹ entre 1990 et 2000 ne s'est pas reproduite depuis.

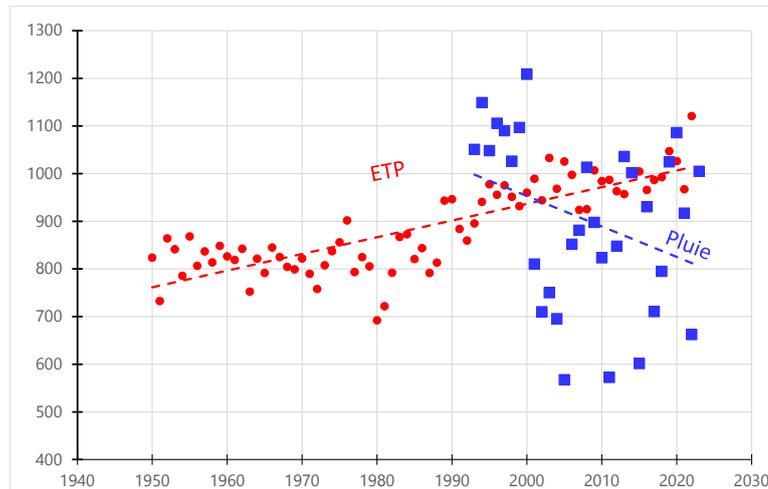


Figure 6. Évolution de la demande évaporative (ETP en mm an^{-1}) et des précipitations annuelles (Pluie en mm an^{-1}) observée à la station de Mérignac par Météo France de 1950 à 2023 (données Météo France, station de Mérignac). Les droites en pointillé sont les régressions linéaires en fonction du temps de l'ETP (en rouge) et des précipitation (en bleu).

Conclusions

Nous concluons que :

1. Par rapport à notre premier rapport, les modifications de configuration du surf parc telles qu'elles ont été précisées lors de la réunion contradictoire du 26 novembre et telles que nous les avons prises en compte dans ce rapport, ne permettent en aucun cas d'assurer une autosuffisance en eau du surf parc.
2. Les modifications de la configuration du surf parc prise en compte aboutissent à une réduction de la consommation annuelle en eau de ville du surf parc de 7% à 16% en moyenne de 1993 à 2023 selon les hypothèses retenues.
3. L'apport d'eau de ville annuel nécessaire pour maintenir les bassins en fonctionnement varie suivant les années entre $9\ 000\ \text{m}^3$ et $70\ 000\ \text{m}^3$ et s'accroît continuellement au cours du temps en raison du changement climatique. Cet apport ne concerne que le maintien à niveau des deux bassins à vagues et ne tient pas compte de la consommation nécessaire au refroidissement éventuel de l'eau des bassins ni de celle liée aux activités annexes (douches, toilettes, etc.).
4. Pour les décennies 2030-40 et 2040-50 et sous l'hypothèse basse ($\text{DT}+0^\circ\text{C}$ 50) la consommation d'eau nécessaire au fonctionnement des bassins serait en moyenne de $26\ 000\ \text{m}^3$ et $29\ 000\ \text{m}^3$. Sous l'hypothèse haute ($\text{DT}+2^\circ\text{C}$, 70%) et lors d'années sèches, comme l'année 2022, on peut estimer que la consommation dépasserait $80\ 000\ \text{m}^3$.
5. La majorité du volume d'eau de ville nécessaire, soit 58% en moyenne, devrait être délivrée durant les trois mois d'été.

Nous confirmons donc que le projet de parc décrit dans le permis de construire ne permet pas une autosuffisance du fonctionnement des deux bassins vis-à-vis de l'eau de ville. Le seul maintien à niveau

des deux bassins du parc nécessite un apport d'eau annuel variable d'une année à l'autre, et dont le volume ira en croissant avec l'évolution du climat dans les années à venir.

Le rapport INGETECH déposé avec la demande de permis de construire sous-estime l'évaporation des bassins de parc de plus de la moitié par rapport à notre estimation. Cette sous-estimation vient d'une utilisation inappropriée des données « ETP Penman » de la fiche climatologique de la station de Mérignac qui ne sont pas applicables pour un bassin d'eau en plein air agité continuellement de vagues déferlantes génératrice d'embruns. Elle est aggravée par l'absence de prise en compte de la dynamique en temps réel du fonctionnement du surf parc et des pertes par filtration de l'eau de pluie récupérée sur les toits. Nous constatons donc que l'estimation de l'évaporation des deux bassins dans le rapport INGETECH n'est pas applicable à un surf parc en activité et regrettons de n'avoir pu confronter nos arguments méthodologiques avec ceux des ingénieurs de la société INGETECH, absents lors de la réunion contradictoire.

Références

- Aldred D. et Clawson A. (2018). Desert Wave Surf Resort: Preliminary Engineering Review and Comments (6p). in "Terra Nova Planning & Research, Inc , 2019. Water Supply Assessment and Water Supply Verification for the DSRT SURF Project". Prepared For: Coachella Valley Water District (CVWD) By Terra Nova Planning & Research, Inc.®, Californie, USA, Avril 2019. 79p. <https://www.cvwd.org/579/Water-Supply-Assessments-Verifications>
- Eneria (2024). Installation d'une toiture photovoltaïque SURFPARK – Canéjan, document pdf du 5 décembre 2024, communiqué par la SCI PAOLA après la réunion contradictoire du 26 novembre 2024, Mairie de Canéjan.
- Ministère du Développement durable et Ministère de la Santé, 2009. Systèmes d'utilisation de l'eau de pluie dans le bâtiment - Règles et bonnes pratiques à l'attention des installateurs, août 2009.
- Shah M.M., 2023 Further development and verification of the model for evaporation from pools, Science and Technology for the Built Environment, 29:1, 75-85, DOI: 10.1080/23744731.2022.2133854

Annexe 1.

Figure tirée de l'article de Shah (2023), page 79. Cette figure compare 6 modes de calcul de l'évaporation avec les données mesurées par Bernhard et ses collègues en 2019 pour une piscine de plein air à l'île de la Réunion. Elle montre que le modèle de Shah (symboles ronds) s'aligne le mieux sur la bissectrice du diagramme, ce qui prouve qu'il reproduit le mieux les valeurs d'évaporation pour ce cas d'étude.

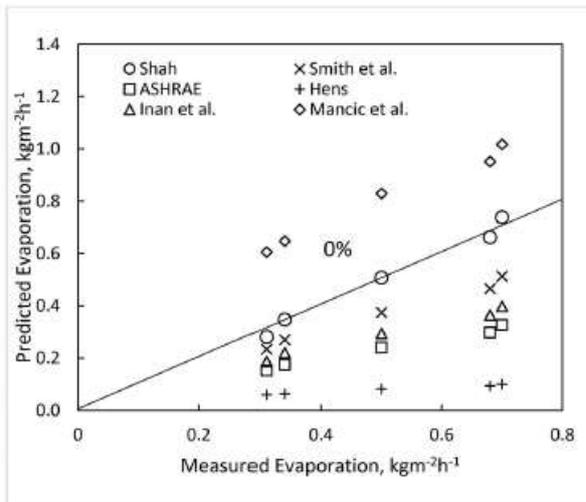


Figure 1. Comparison of the data of Bernhard et al. (2019a) for evaporation from an outdoor swimming pool with some correlations.