



**Analyse du fonctionnement de trois
pluviomètres à Pornic**

Rapport remis à

Veolia Environnement

Région Ouest

par la

Société de Calcul Mathématique S. A.

en application de votre commande du 18 décembre 2006

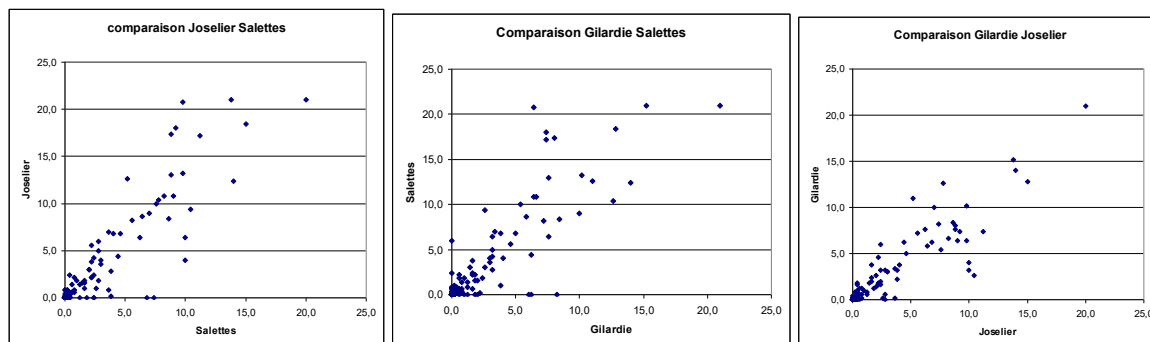
Rédaction Olga Zeydina et Bernard Beauzamy

9 mars 2007

Résumé opérationnel

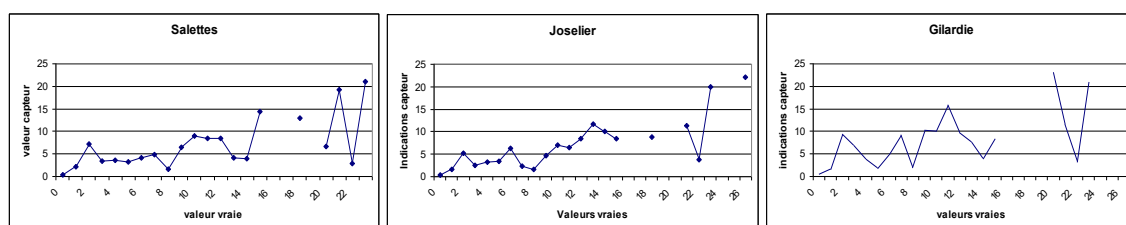
Nous analysons le fonctionnement de trois capteurs de pluviométrie situés près de Pornic, à quelques km de distance. Faisons une représentation graphique : un capteur en abscisse et un autre en ordonnée. Chaque point du plan représente une journée.

On peut admettre que les épisodes pluvieux ne soient pas tous les mêmes pour tous les capteurs, mais ils devraient être essentiellement proches, c'est-à-dire que les points devraient être sur la première bissectrice, ou au voisinage de celle-ci. Or il n'en est rien : tous les points sont en dehors !



(voir ci-dessous les graphes agrandis).

Nous avons ensuite comparé les capteurs avec les valeurs de Météo-France : lorsque MF mesure x, que mesure chaque capteur ? Là encore, les points devraient se situer sur la première bissectrice. Mais c'est erratique :



(voir ci-dessous les graphes agrandis).

Nous avons ensuite cherché si ces capteurs pouvaient être utilisables sur une moyenne de trois ou cinq jours glissants. Ce n'est pas le cas : la moyenne des trois capteurs, sur trois jours glissants, est à 46 % d'erreur relative avec Météo-France ; sur 5 jours glissants, on tombe à 40 % d'erreur relative, ce qui reste considérable.

Les trois capteurs ne sont pas cohérents entre eux. Voici la somme totale des hauteurs d'eau mesurées (en mm), calculées sur toutes les périodes communes (périodes de 5 minutes où les trois fonctionnent) :

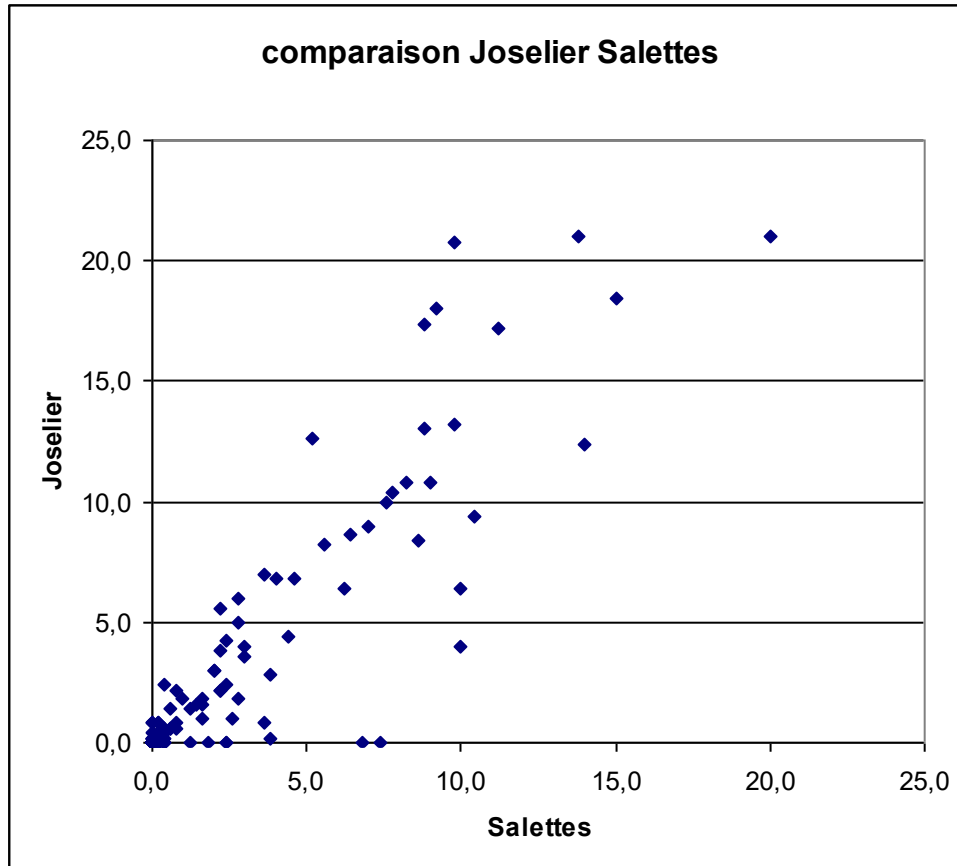
GILARDIE	JOSELIER	SALETTES
361,2	347,6	416,4

Alors que les capteurs ne sont qu'à quelques km de distance, il y a 20 % d'écart entre la mesure la plus basse et la plus haute, ceci sur 8 mois d'enregistrement. Ceci est complètement anormal.

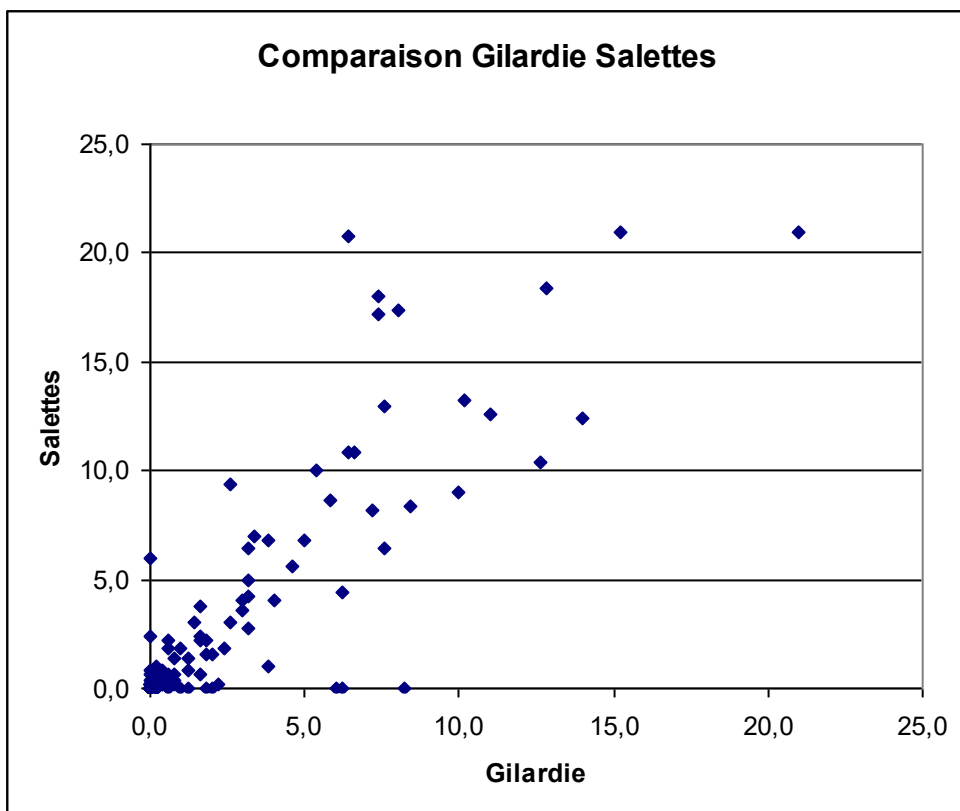
Ces capteurs sont de très mauvaise qualité, et pratiquement inutilisables. Nous ne voyons pas l'intérêt d'avoir des appareils qui retournent une mesure toutes les 5 minutes, mais qui sont aussi peu précis (cela tient-il à leur mode de fonctionnement ?). Mieux vaudrait des appareils fournissant une réponse correcte, seulement une fois par jour.

I. Comparaison des capteurs entre eux

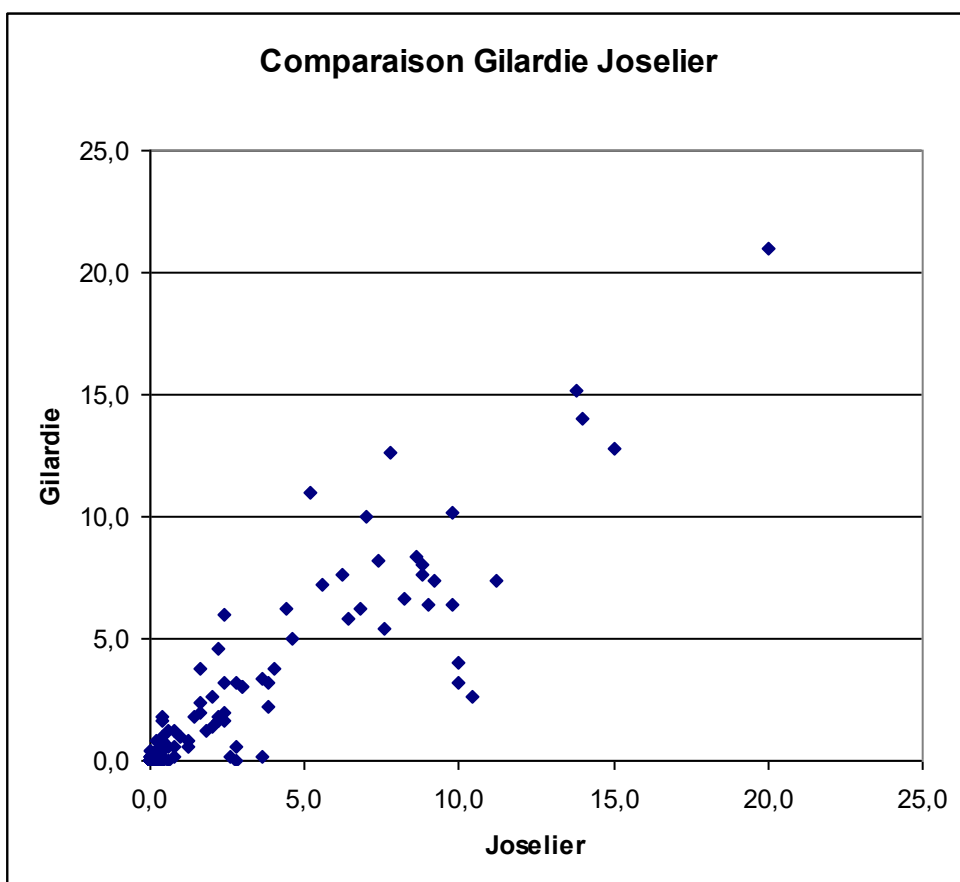
Faisons d'abord une comparaison des capteurs entre eux, sur une base journalière.



Chaque point du graphe ci-dessus représente une journée : par exemple le point de coordonnées (20,21), en haut à droite, signifie que, pendant une journée, Salettes a enregistré 20 et Joselier 21. Les points devraient être concentrés au voisinage de la première bissectrice, car les capteurs devraient, étant proches, dire plus ou moins la même chose. Or il n'en est rien : on constate que pour des valeurs de Joselier supérieure à 20 les valeurs de Salettes s'évalent entre 10 et 20, etc.



De même, il n'y a pas de concentration au voisinage de la diagonale.



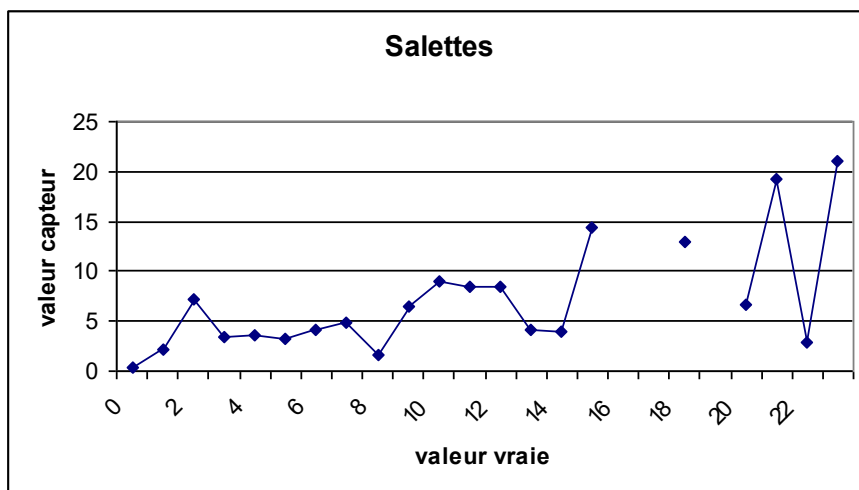
Là non plus, il n'y a pas de concentration sur la diagonale.

On pourrait admettre que certains épisodes pluvieux soient différents d'un capteur à l'autre, mais ici on constate qu'ils sont tous différents. Ces capteurs ne fonctionnent pas correctement.

II. Comparaison des capteurs avec les valeurs Météo-France

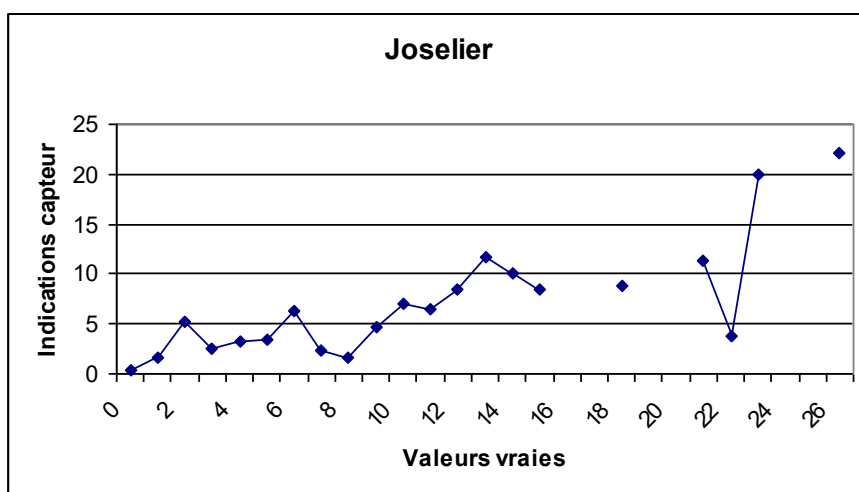
Les résultats sont présentés différemment, non pas par jour mais par valeur. Sur l'axe des abscisses, on fait figurer la valeur prise par Météo-France et sur l'axe des ordonnées la valeur prise par le capteur pour cette valeur de Météo-France (sans se soucier de la journée où elle a été enregistrée). Normalement, les valeurs devraient être concentrées au voisinage de la première bissectrice, si les capteurs indiquaient la même chose que Météo-France.

Salettes

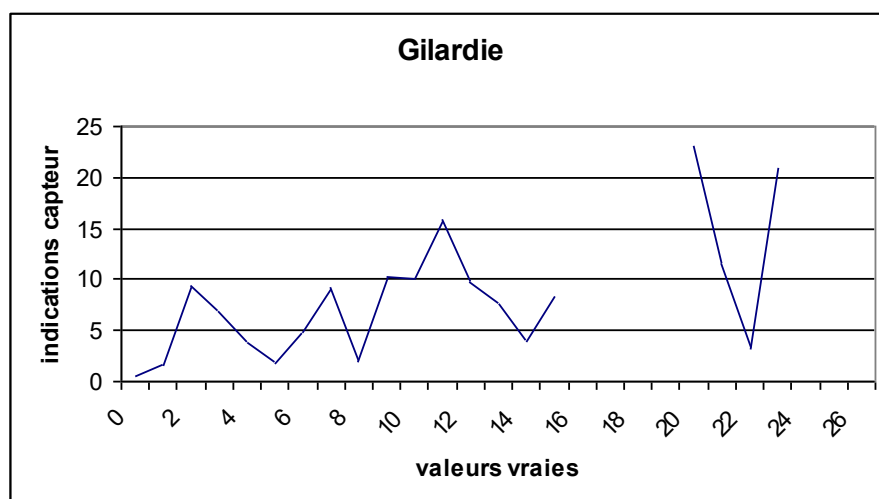


Ce graphique est particulièrement inquiétant : il montre que le capteur indique 7 pour des situations incroyablement différentes : cela va de 3 à 24.

Joselier



Gilardie



Ces trois capteurs ont une restitution complètement erratique des valeurs réelles.

III. Recherche d'un intervalle d'utilisation

Nous répondons maintenant à la question suivante : en prenant des intervalles de temps plus grands, les capteurs sont-ils utilisables ?

Il y a une difficulté méthodologique, du fait du non-fonctionnement de nombreux capteurs, soit pendant de brefs intervalles de temps (typiquement dix minutes avant minuit), soit pendant des jours entiers. Nous expliquons notre méthode.

1) Passage des intervalles de 5 minutes à la journée

Les données de Météo France sont fournies pour chaque jour ; pour faire des comparaisons, nous devons fournir les données journalières par capteur. Si, pour un jour donné, nous avons beaucoup de données manquantes, nous considérons le jour tout entier comme "ND" ; s'il y en a seulement un petit nombre, nous les remplaçons par la moyenne de la valeur juste avant et de la valeur juste après (typiquement : un intervalle de dix minutes).

2) Calcul de la moyenne

A partir des données journalières des capteurs, nous calculons la moyenne des trois capteurs. Ceci est fait de la manière suivante : on prend la moyenne des capteurs qui fonctionnent (trois s'il y en a trois, deux s'il y en a deux, un seul s'il n'y en a qu'un).

3) Il n'y a que trois journées où nous n'avons aucun capteur en fonctionnement : les 30 et 31 août 2006. Nous avons donc des informations pour la moyenne des capteurs, pour tous les autres jours, du 1er mai au 31 décembre 2006.

- 4) Nous calculons l'erreur relative avec Météo-France ; elle est définie par la formule :

$$d = \frac{\sum_i |MF_i - Av_i|}{\sum_i |MF_i|}$$

Dans cette formule, MF_i sont les données de Météo France et Av_i sont les données de la moyenne des capteurs, calculées comme indiqué ci-dessus.

On trouve $d = 0.7$: sur une base journalière, l'erreur relative avec Météo-France est de 70 %, ce qui est énorme.

- 5) Pour améliorer cette différence, nous passons à des "moyennes glissantes" calculées sur trois jours : $m = \frac{d_1 + d_2 + d_3}{3}$. On peut en effet penser qu'il y a des effets "changement de date" ; certains capteurs ne marchent pas au voisinage de minuit !

Nous calculons cette moyenne glissante pour Météo-France aussi. Notons d_3 la distance relative entre la moyenne glissante pour les capteurs et la même chose pour Météo-France, tout ceci calculé sur trois jours glissants. On trouve :

$$d_3 = 0.46$$

soit 46 % d'erreur relative, ce qui est un peu mieux que précédemment.

Si l'on travaille sur 5 jours glissants, on trouve :

$$d_5 = 0.40$$

ce qui s'améliore encore un peu.

Rappelons que les trois capteurs ne sont pas cohérents entre eux. Voici la somme totale des hauteurs mesurées, calculées sur toutes les périodes communes (périodes de 5 minutes où les trois fonctionnent) :

GILARDIE	JOSELIER	SALETTES
361,2	347,6	416,4

Alors que les capteurs ne sont qu'à quelques km de distance, il y a 20 % d'écart entre la mesure la plus basse et la plus haute, ceci sur 8 mois d'enregistrement. Ceci est complètement anormal.