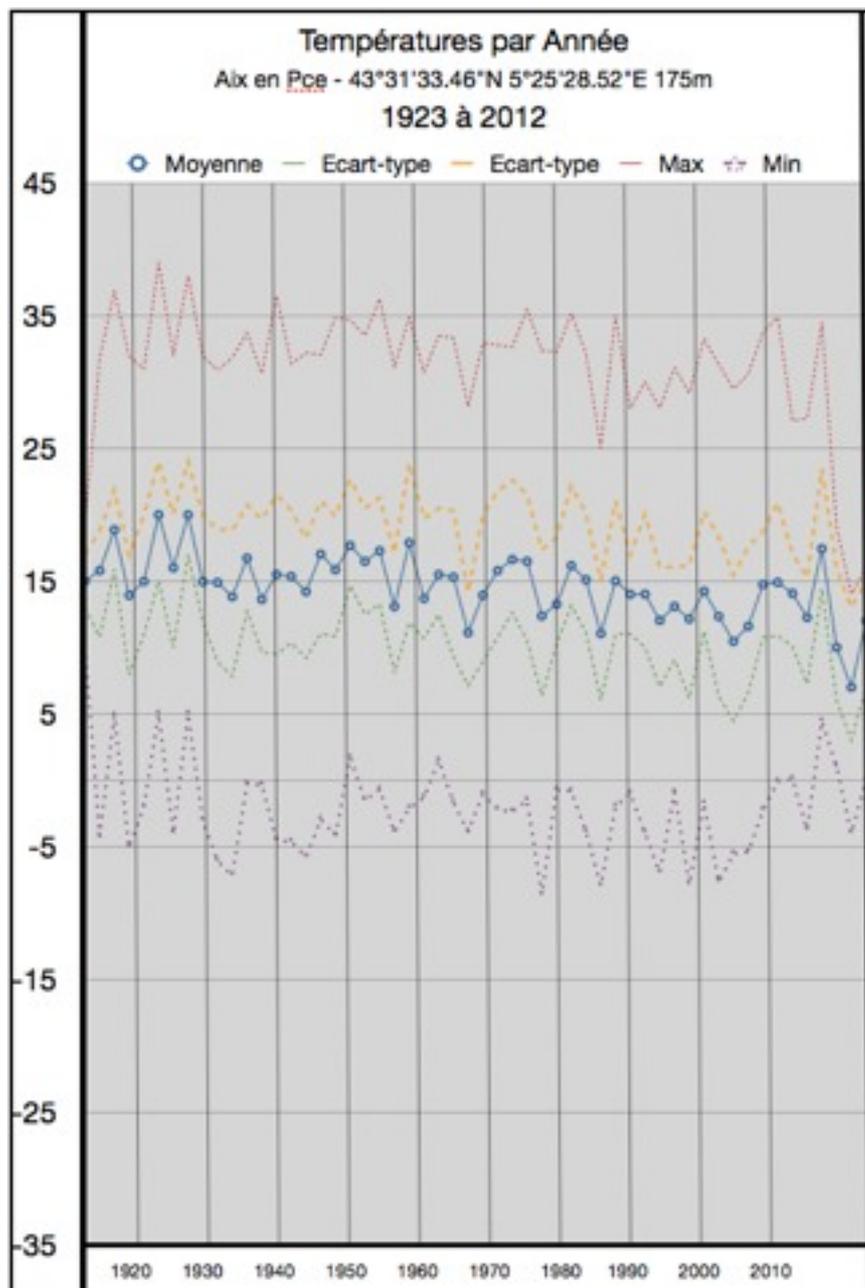


VISUALISATION DES TEMPERATURES HISTORIQUES

Les températures de l'air, de la mer, de l'eau, de la chaussée, de la terre, des nuages ont des variations multiples.

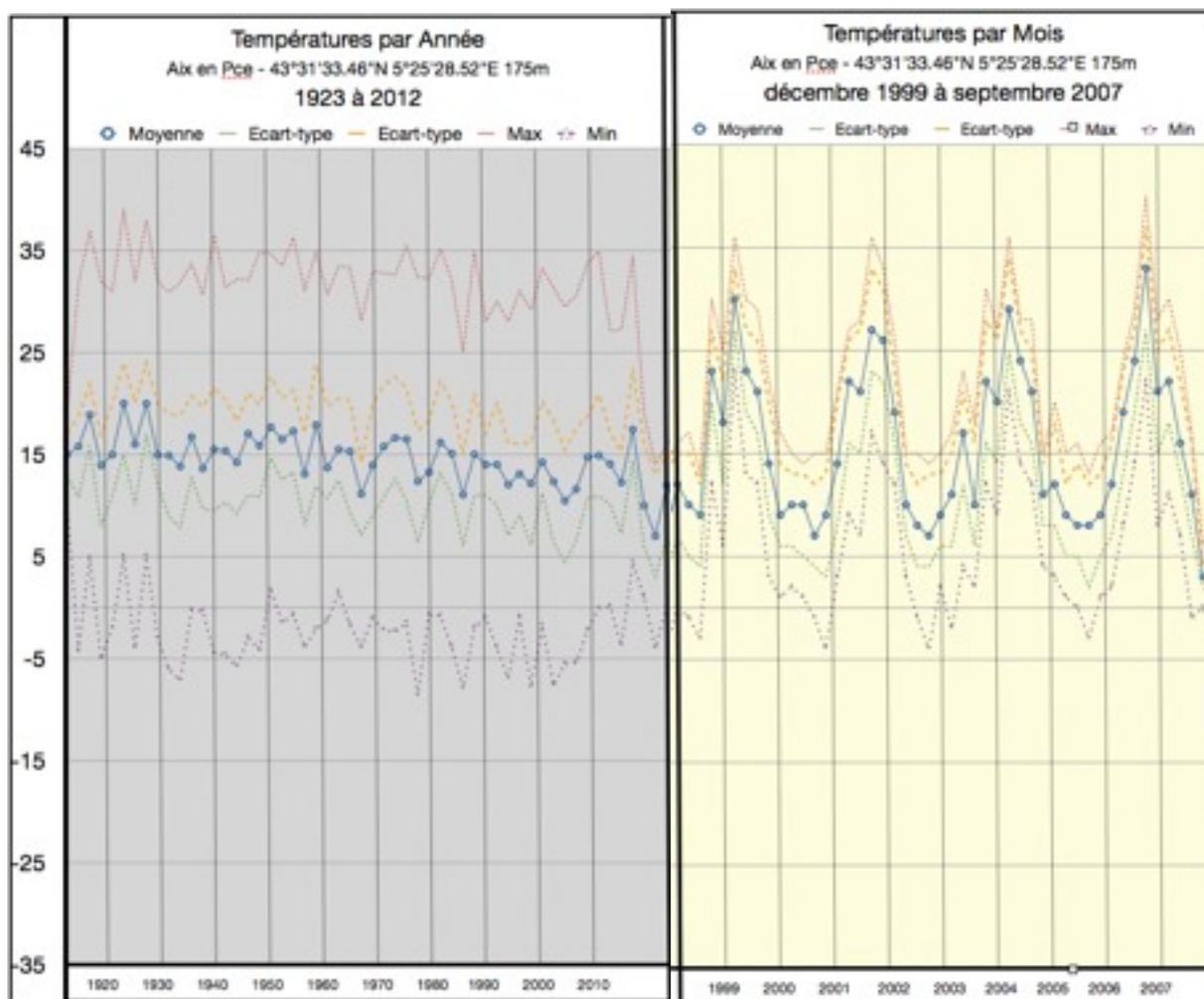
On cherche le maximum d'une journée, le minimum d'une autre, l'écart entre les deux, le gradient maximum, la moyenne d'un ou plusieurs jours, l'écart type autour de cette moyenne, d'un mois à comparer aux mêmes mois des années précédentes. On essaie de replacer la température d'un instant par rapport aux moyennes des années précédentes... Face à un grand volume de données, et sans la maîtrise d'outils statistiques appropriés, le questionneur est démuni.

Concrètement, il est intéressant de confronter sur un même graphe (données fictives ci-contre), pour une période considérée :

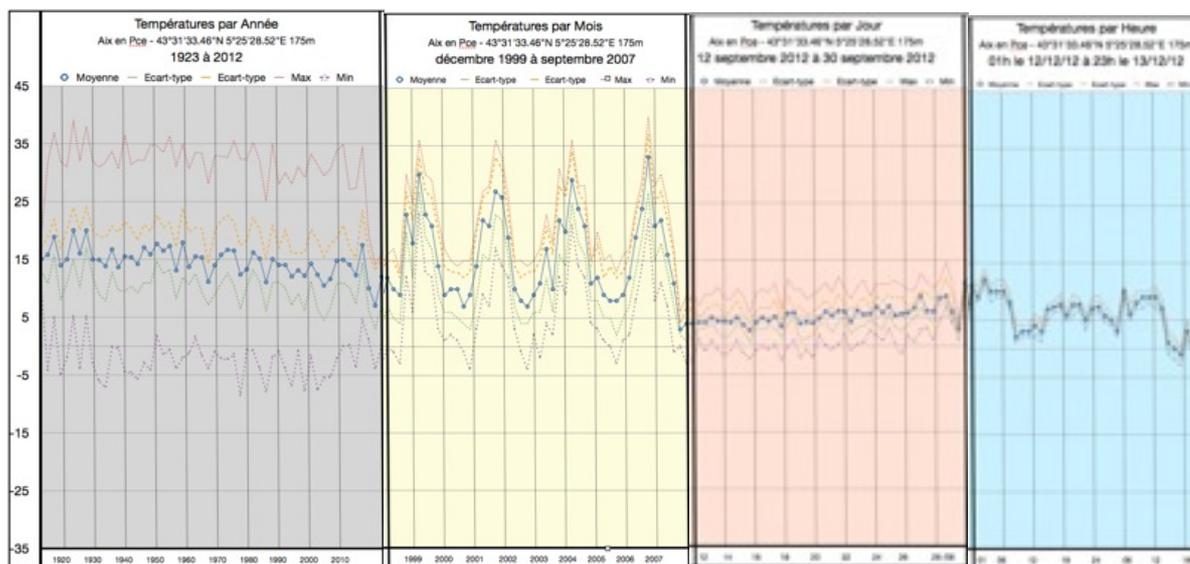


- La température moyenne, qui, multipliée par le nombre d'heures et (pour les mesures aériennes) pondérée par la densité de l'air, fournit un indicateur de l'accumulation thermique.
- L'écart-type autour de cette moyenne, en plus et en moins, qui renseigne sur l'instabilité globale
- Le maximum et le minimum absolus de la période

En juxtaposant deux graphes (données fictives), il est possible d'étudier comment des variations courtes se situent par rapport aux variations longues



La vision simultanée et juxtaposée des variations sur un siècle, sur un an, sur un mois et sur un jour peut amener à découvrir des phénomènes qu'une analyse statistique abstraite ne pourrait pas mettre en évidence (sans parler des erreurs de programmation parfois difficilement décelables)



Gradient de température

Une série de graphes sur le même principe peut concerner les gradients, c'est à dire la rapidité des variations. Il semble que les phénomènes météorologiques deviennent plus extrêmes, sans doute une conséquence du réchauffement climatique. Il est intéressant de déceler les hausses ou les baisses brutales de températures (analyse des dérivées première et seconde de la température).

Le graphe type pourrait afficher :

Les gradients maximum de hausse et de baisse (en degrés par heure, en degrés d'un jour à l'autre) qui renseigne sur la vitesse maximale à laquelle la température est montée ou descendue.

Le gradient moyen est une valeur fine qui montre à quelle vitesse moyenne se font les changements de temps.

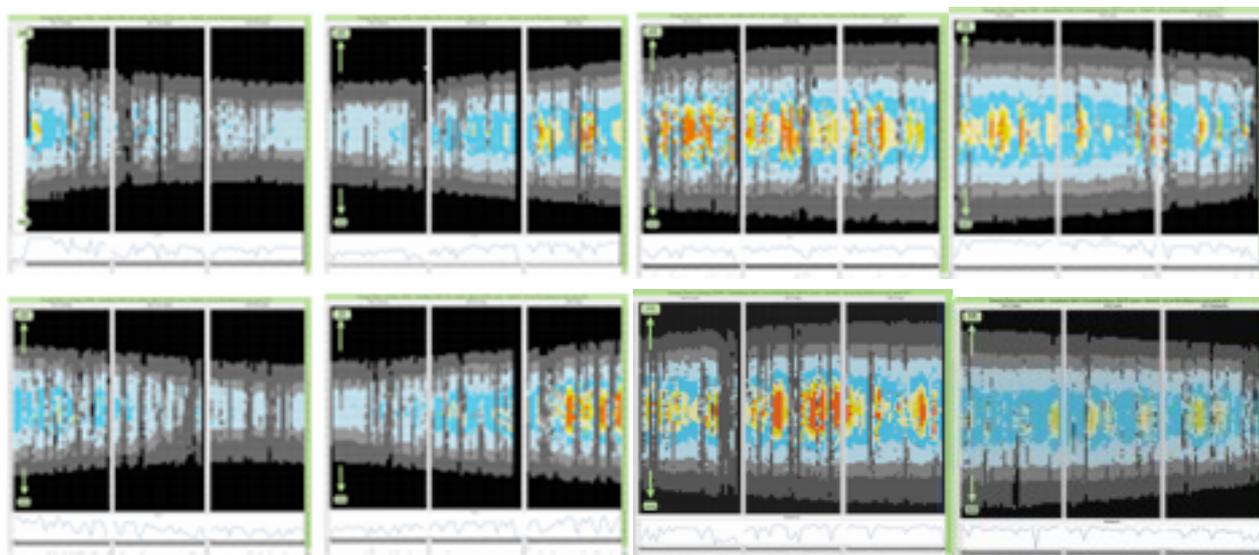
Températures très anciennes

Le même principe pourrait être appliqué aux mesures très anciennes, mais en tenant compte du système ayant produit la mesure (cernes des arbres, carottages glacières, isotopes,...)

Températures/vent/10mn/jour sur 365 jours

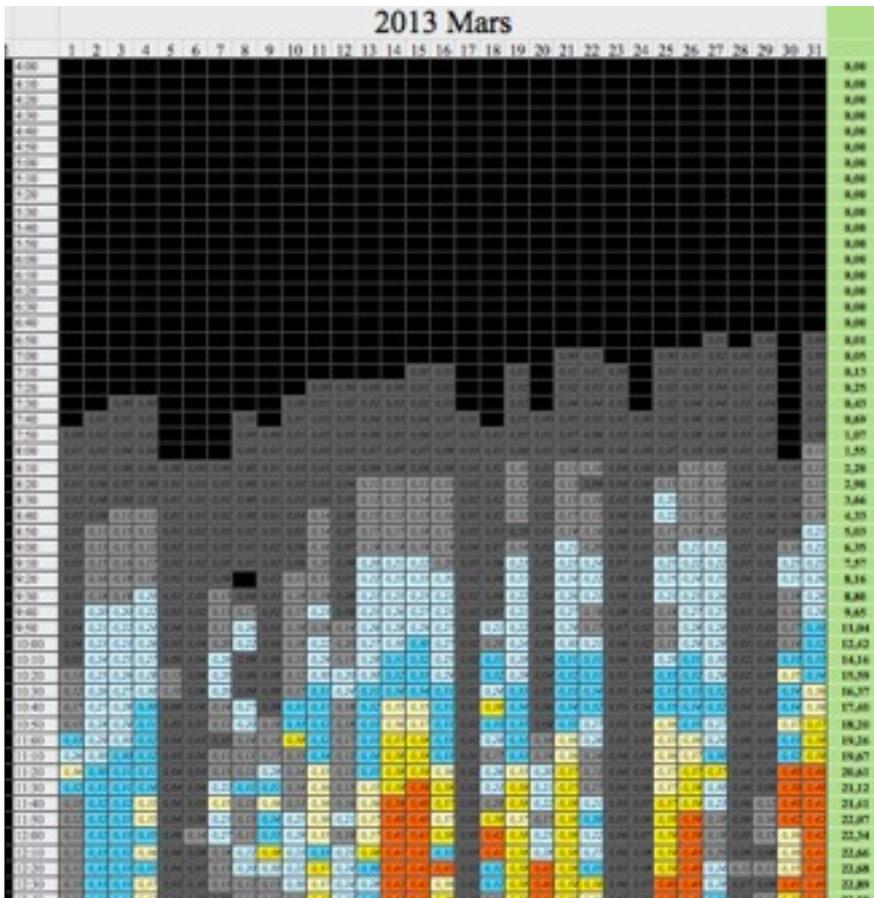
La température est une variable doublement cyclique : à échelle de la journée, plus froide la nuit et plus chaude dans la journée, et à échelle de l'année, plus froide en hiver et plus chaude en été. Un graphique qui juxtapose à la fois les heures de la journée et les jours de l'année permet d'identifier facilement visuellement des situations similaires telles que des variations brusques, des aberrations cycliques, ou des périodes de minima ou de maxima, ou des pannes de capteur.

Pour comprendre cet intérêt, voici un ensemble graphique réalisé à partir des productions d'une toiture solaire par tranche de 10mn (http://ertia2.free.fr/Niveau2/Projets/PV/Graphes_Photovoltaiques.html)



Les 4 trimestres d'une année sont sur une ligne (automne, hiver, printemps, été). Ici, on voit 2 années consécutives, avec les trimestres alignés verticalement. Chaque bloc-trimestre a en abscisse 90 jours et en ordonnée 108 tranches de 10mn de 4h du matin à 22h. On voit facilement les variations de la durée du jour et le bon ensoleillement du printemps (en rouge). On distingue en partie basse la courbe des productions cumulées journalières. Ces deux lignes graphiques représentent près de 80 000 valeurs et proposent une richesse informationnelle remplaçant beaucoup d'études statistiques. Contrairement à l'analyse statistique, ce type de visualisation multi-dimensionnelle d'un grand nombre de valeur à l'avantage de pointer facilement les

incohérences des données souvent difficiles à déceler par analyse statistique (par exemple, des données absentes, des mesures issues de capteurs légèrement défaillants en permanence ou de façon intermittence, des mesures corrélées avec d'autres phénomènes...), sans parler des erreurs ou des lacunes méthodologiques toujours possibles dans la programmation de l'analyse statistique.



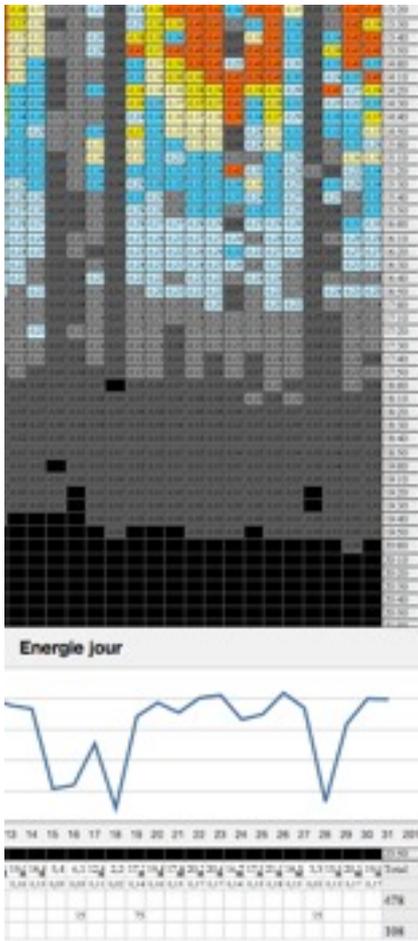
Comme illustré ci-dessus, un bon écran d'ordinateur peut représenter en ordonnées 44 tranches de 10mn (24h) sur 90 jours (1 trimestre) voire 180 jours (1 semestre) en abscisse.

Ce type de graphe peut être appliqué à la température, en remplaçant la couleur de chaque case par une couleur représentative de la température.

La température varie entre -35° et $+45^{\circ}$. Si l'on souhaite un graphe au degré près, il faudra colorier chaque case en une des 80 nuances de couleur, depuis le bleu jusqu'au rouge-violet. La programmation d'un tel tableau excel peut être fastidieuse. Scilab ou Matlab peuvent être plus «programmables». L'intérêt de 80 nuances est de proposer d'un seul coup d'oeil les températures extrêmes, la variabilité d'une saison ou les changements brutaux.

La visualisation au degré près est certes moins performante que les mesures brutes au 1/10 ou au 1/100 de degré, qui sont nécessaires dans les calculs statistiques. La représentation synthétique est elle-même statistique et ne déforme pas la tendance. L'analyse statistique peut profiter de cette représentation graphique, car elle peut mieux choisir les échantillons qui permettront le calcul le plus précis.

Ce type de graphe est adapté à la nature doublement cyclique de la température, diurne et annuelle : pics de chaleur ou de froid dans la journée et/ou dans le mois, écarts maximum sur une journée,... A raison d'une ligne graphique par année, il est facile de comparer les mêmes mois.



Accessoirement, il est possible de moyenner ou de cumuler les mesures sur une ligne ou sur une colonne et d'en tirer une courbe complémentaire.

Ajout du vent

Le graphe des températures 10mn/année peut être enrichi d'une dimension supplémentaire telle que la vitesse et la direction du vent, en superposant dans chaque case du graphique une flèche de surface proportionnelle à la vitesse du vent et orientée selon la direction du vent. Par exemple la flèche peut varier de 2 à 10 pixels en longueur, et 2 à 6 pixels en épaisseur, pour illustrer 15 niveaux possibles, en échelle progressive : 1, 2, 5, 9, 14, 20, 27, 35, 44, 54, 65, 77, 90, 104, 119 km/h (ou en échelle de Beaufort), sachant que la vitesse et la direction du vent sont des variables plus qualitatives que quantitatives.

