

# Programme excel pour calculer la température du point de rosé

Le programme excel qui suit permet de calculer la température du point de rosé à partir des données enregistrées par un datalogger, en prenant le CEM 1748 comme exemple

## Données de départ

Le datalogger CEM-1748 enregistre, dans les colonnes A à G d'un fichier excel, la pression et la pression réduite au niveau de la mer (toutes deux en hectoPascal, hPa), la température (en degré Celsius °C) et l'humidité relative (chiffre de 0 à 100, en pourcent, %)

NO	Battery Status	Actual Pressure (hPa)	Sea Level Pressure (hPa)	Temperature (°C)	Relative Humidity (%RH)	TIME
1	NORMAL BATT	1001.5	1001.5	20.5	50.9	05-03-13/14:50:39

Le but est de calculer, sur ces séries de données, la température du point de rosé et l'écart avec la température ambiante pour estimer le degré d'exposition à l'humidité du matériel du bateau à l'hivernage.

## Correction à appliquer au format des données enregistrées

Il faudra malheureusement remplacer le point décimal par la virgule décimale dans ces données stockées par le logiciel du datalogger, et afficher avec un chiffre après la virgule

La manière de faire ne sera développée qu'en réponse à une question

## Formules à appliquer sur P, t et Hr

Les formules utilisées et leur dépendance avec les données du datalogger (source de problèmes) sont rappelées ci-dessous très sommairement

Les formules excel, à recopier dans les colonnes H à O du fichier excel et avec le format à utiliser sont ensuite précisées.

Tous les calculs sont conduits dans les unités cohérentes de la météorologie (le Pa, le degré Kelvin, un chiffre compris entre 0,00 et 1,00 pour Hr, des rapports de mélange en kg par kg alors que l'humain francophone utilise le hPa, le °C, le pourcent (de 0 à 100) et le gramme par kg, et que le britannique sera tenté par le pouce de mercure et le °F. Ceci explique les discordances avec les formules et constantes proposées sur internet.

Col.	Unité	Symb.	Nom	formule	dépendance
A			numéro d'enregistrement		
C	hPa	p0	pression relevée	donnée du capteur	
D	hPa	p	pression au niveau la mer	donnée du capteur	
E	°C	t	température	donnée du capteur	
F	%	Hr	humidité relative de 0 à 100	donnée du capteur	
H	Pa	Es	tension de vapeur saturante	$6,11 * 100 \exp(1/273 + 1/T)$	$T = \text{col\_F} + 273$
I	kg/kg	Ws	masse de l'air sec	$0,622 * Es / (P - Es)$	$P = \text{col\_D} * 100$
J	kg/kg	W	masse de vapeur d'eau	$Ws * Hr$	$Hr = \text{col\_F} / 100$
K	Pa	e	tension de vapeur	$(W * P) / (0,622 + W)$	$P = \text{col\_D} * 100$
L			intermédiaire, 1/ Td	$1/Td = 1/273 - \text{Log}(e/611)/5321$	
M	°K	Td	température point de rosé	$1 / L$	
N	°C	td	point de rosé, ° Celsius	$Td - 273$	

O °C                      écart de température                      td – t    = col\_E - td  
 Remarque : La constante 5321 est le L / Rv habituel, rapport de la chaleur latente de vaporisation et de la constante pour l'air humide

Les **formules** suivantes sont à **ajouter** dans les colonnes du tableur (ligne 24, hélas), et les **formats** suivants sont à **appliquer** aux colonnes

Colonne	formule à prélever/recopier	format de cellule
H	=ARRONDI(611*EXP((5321)*(1/273-1/(273+E24)));0)	nombre, 0 décimale
I	=(0,622*H24)/((D24*100)-H24)	nombre, 3 décimale
J	=I24*F24/100	nombre, 3 décimale
K	=(J24*D24*100)/(0,622+J24)	nombre, 0 décimale
L	=(1/273,15)-(LN(K24/611))/5321)	nombre, 8 décimale
M	=1/L24	nombre, 1 décimale
N	=M24-273,15	nombre, 1 décimale
O	=E24-N24	nombre, 1 décimale

### Résultats

Partant des **données issues du datalogger** dans les colonnes A à G,

A	B	C	D	E	F	G	H
		Actual Pressure (hPa)	Sea Level Pressure (hPa)	Temperature (°C)	Relative Humidity (%RH)	TIME	
NO	Battery Status NORMAL					05-03-	
1	BATT	1001,5	1001,5	20,5	50,9	13/14:50:39	2384,00

Les calculs fournissent les **résultats suivant** dans les colonnes H à O (td est en N, t – td en O)

H	I	J	K	L	M	N	O
2384,00	0,015	0,008	1228	0,00352983	283,3	<b>10,1</b>	10,4


## ***Pourquoi se préoccuper de l'humidité relative***

Un article sur le contrôle de l'humidité en hivernage précise, sur PTP <http://www.plaisance-pratique.com/contrôle-de-l-humidité-en> les conditions d'humidité relative à respecter pour conserver les équipements électroniques et autres en état de bon fonctionnement ainsi que des méthodes et équipements permettant de contenir cette humidité relative.

Les enregistreurs de données du commerce (voir <http://www.plaisance-pratique.com/datalogger-usb-premieres-reactions,603>, sur PTP) permettent de capturer – sur une période de plusieurs semaines à plusieurs mois- la température (en °C), la pression (en hPa) et l'humidité relative (en %) à intervalle de temps programmable (typiquement 5 à 30 minutes pour un suivi de bateau à l'hivernage pendant des mois).



## ***Refroidissement « sur place »***

Une masse d'air prisonnière à l'intérieur d'un bateau refroidie sur place (par exemple au cours d'une nuit sans couverture nuageuse), son taux d'humidité augmente progressivement jusqu'à atteindre – pour une température ( $t_d$ , par convention) dite température du point de rosée – la valeur de 100% (Hr = 100%) à partir de laquelle la vapeur d'eau gazeuse commence à se condenser sous forme de gouttelettes de rosée visibles. (remarque : ce refroidissement sans changement d'altitude ou de pression est dit isohypse – à pression constante, le refroidissement par détente d'une masse d'air qui escalade un relief est lui dit refroidissement adiabatique)

## ***Pourquoi calculer une température du point de rosée***

Le propriétaire qui se soucie des conditions de conservation de son bateau à l'hivernage pour tenter d'améliorer ces conditions (chauffage, déshumidificateur, ... voir l'article évoqué), pourra surveiller et enregistrer les conditions d'humidité relative au cours de cet hivernage

Même si les dégâts peuvent apparaître bien avant apparition de la rosée (en fait dès que l'humidité relative dépasse 65 à 70%, selon l'article) Il est satisfaisant de savoir si la marge de sécurité est suffisante ou faible, si la température ambiante est proche ou éloignée de la température du point de rosée.

Des abaques permettent, manuellement et graphiquement, de calculer cette température, mais cette méthode est impraticable lorsqu'on doit traiter des centaines ou des milliers d'échantillons.

Il faut se résoudre à utiliser les équations de thermodynamique utilisées en météorologie, ce qui ne présente pas de difficulté particulière si on utilise les bonnes formules prévues pour les bonnes unités, ce qui est loin d'être le cas avec les formules glanées sur le web prévues des ° Fahrenheit, des pouces de mercure ou même des degrés celsius là où les équations ne sont consistantes qu'avec des Pascal pour la pression (il y a près de 100 000 Pa pour la pression de 1 atmosphère au niveau du sol), des degrés kelvin pour la température (ils sont décalés de plus de 273° par rapport aux °C celsius) et des nombres compris entre 0 et 1 pour l'humidité relative (plutôt que de 0% à 100%). Quand aux résultats intermédiaires ils doivent être bien sur en kg de vapeur sèche par kg d'air sec alors qu'on utilise habituellement le gramme par kg. Faute de ces précautions, le résultat est ... intrigant quoique presque vraisemblable

### ***Cookies***

Le lecteur astucieux pourra utiliser ce programme pour savoir – dans une situation donnée - à quelle température le brouillard va apparaître lors du refroidissement nocturne par temps calme et ciel dégagé ou lors d'une traversée des eaux froides du delta du Rhone.

L'aéronaute, lui, multipliera cet écart entre température et température de pont de rosé par 400 pour connaître l'altitude (en pieds) de la base des nuages.