

Calcul de la distance entre deux points¹

La distance mesurée le long d'un arc de grand cercle entre deux points dont on connaît les coordonnées { lat1,lon1} et {lat2,lon2} est donnée par :

$$d = \text{acos}(\sin(\text{lat1}) * \sin(\text{lat2}) + \cos(\text{lat1}) * \cos(\text{lat2}) * \cos(\text{lon1} - \text{lon2}))$$

Une formule, mathématiquement équivalente, mais moins sujette aux erreurs d'arrondis pour les courtes distances est :

$$d = 2 * \text{asin}(\text{sqrt}((\sin((\text{lat1} - \text{lat2})/2))^2 + \cos(\text{lat1}) * \cos(\text{lat2}) * (\sin((\text{lon1} - \text{lon2})/2))^2))$$

N.B.: Dans un tableur classique, la différence entre les deux formules de calcul est inférieure à 10⁻⁹ km, même pour de petites distances.

La valeur de d est obtenue dans une unité correspondant au rayon de la sphère terrestre (R = 6366 km). Si l'arc cosinus rend une valeur en radian (ce qui le cas dans la plupart des tableurs), il suffit de multiplier le résultat par R pour obtenir la valeur de d en km.

Attention, ces formules sont établies pour un modèle de la terre représenté par une sphère et constituent donc des approximations.

Le calcul fait par un GPS est plus précis et prend en compte la forme exacte du sphéroïde. Le calcul devient alors très compliqué. Un calculateur interactif qui permet de comparer les divers modèles est accessible en :

<http://williams.best.vwh.net/gccalc.htm>
<http://www.ulg.ac.be/ipne/garnir/gps/distCalc.html> (*copie locale*)

L'article de Vicenty (1975) qui sert de référence pour les calculs sur un sphéroïde est disponible en :

http://www.ngs.noaa.gov/PUBS_LIB/inverse.pdf

Une base de données qui reprend les coordonnées de beaucoup de villes :

<http://www.heavens-above.com/countries.asp>

| | | | |
|-------------|--------|---------|--------|
| Sart Tilman | 50.600 | 5.567 | 214 m |
| Osaka | 34.667 | 135.500 | 5 m |
| Kaboul | 34.517 | 69.183 | 1808 m |

Pour faire afficher la carte correspondant à un point de référence, on peut utiliser le serveur MapQuest

http://www.mapquest.fr/cgi-bin/ia_find?link=btwn/twn-map_latlong_degrees_form

¹ Référence: <http://williams.best.vwh.net/avform.htm#Dist>

Fichier de TRACKLOG d'un GPS

Un GPS peut enregistrer la liste des points correspondant à un trajet. Cette liste peut être transférée vers un ordinateur sous la forme d'un fichier texte du type suivant.

Les premières lignes font référence au type de codage et précèdent la liste des WAYPOINTS décrivant le trajet.

```
Format: DDD M/D/Y H:M:S 1.00 hrs Datum[106]: WGS 84
ID Date Time Latitude Longitude Altitude
L ACTIVE LOG
T 06/09/2003 09:53:58 50.19480 6.83244 452.4
T 06/09/2003 09:54:02 50.19381 6.83386 452.9
T 06/09/2003 09:54:07 50.19379 6.83435 452.9
T 06/09/2003 09:54:26 50.19540 6.83440 452.0
T 06/09/2003 09:54:30 50.19578 6.83431 452.0
T 06/09/2003 09:54:38 50.19617 6.83521 452.0
T 06/09/2003 09:54:44 50.19613 6.83534 451.5
T 06/09/2003 09:54:53 50.19619 6.83592 451.0
T 06/09/2003 09:55:05 50.19726 6.83528 450.5
....
```

Notez que dans l'exemple précédent, la date/temps est écrite au format belge, les coordonnées sont données en angles décimaux (noté DDD) et l'altitude en mètre.

A partir d'un fichier de ce type, il est possible d'introduire des notions intéressantes comme l'intégration et la différentiation.

Nous proposons de reprendre ces informations dans un tableur et de construire des tables qui donnent

- La distance entre deux points successifs
- Le temps entre deux points successifs
- La longueur du trajet (intégration)
- La vitesse instantanée tout au long du trajet (différentiation)

Formules tableurs

DISTANCES : (CASE F5)

=ACOS (SIN (RADIANS (C4)) * SIN (RADIANS (C5)) + COS (RADIANS (C4)) * COS (RADIANS (C5)) * COS (RADIANS (D4 - D5))) * 6366

TRAJET INTEGRE : (CASE G5)

=G4+F5

Δ TEMPS : (CASE H5)

=TEXTTotime (RIGHT (B5 , 8)) - TEXTTotime (RIGHT (B4 , 8))

VITESSE : (CASE J5)

=F5 / H5 / 24 (le facteur 24 vient du codage du temps dans un tableur qui se fait en fraction de jour)

| | A | B | C | D | E | F |
|----|-------------------------|---------------------|--------------------|-----------|----------|---------|
| 1 | Format: DDD M/D/Y H:M:S | 1.00 hrs | Datum[106]: WGS 84 | | | |
| 2 | ID | Date Time | Latitude | Longitude | Altitude | Δkm |
| 3 | L | ACTIVE LOG | | | | |
| 4 | T | 06/09/2003 09:52:47 | 50.19473 | 6.83212 | 454.8 | 0.00000 |
| 5 | T | 06/09/2003 09:53:58 | 50.1948 | 6.83244 | 452.4 | 0.02405 |
| 6 | T | 06/09/2003 09:54:02 | 50.19381 | 6.83386 | 452.9 | 0.14935 |
| 7 | T | 06/09/2003 09:54:07 | 50.19379 | 6.83435 | 452.9 | 0.03492 |
| 8 | T | 06/09/2003 09:54:26 | 50.1954 | 6.8344 | 452 | 0.17892 |
| 9 | T | 06/09/2003 09:54:30 | 50.19578 | 6.83431 | 452 | 0.04270 |
| 10 | T | 06/09/2003 09:54:38 | 50.19617 | 6.83521 | 452 | 0.07730 |
| 11 | T | 06/09/2003 09:54:44 | 50.19613 | 6.83534 | 451.5 | 0.01026 |

| | G | H | I | J |
|----|--------------|--------------|--------------|---|
| 1 | | | | |
| 2 | TRAJET | Δt | V (km/h) | |
| 3 | | | | |
| 4 | 0 | 4.1165509e-1 | 0 | |
| 5 | 2.4055983e-2 | 8.2175926e-4 | 1.2197399584 | |
| 6 | 0.1734077567 | 0.0000462963 | 134.41659677 | |
| 7 | 2.0833609e-1 | 5.787037e-5 | 25.148399364 | |
| 8 | 3.8727446e-1 | 2.1990741e-4 | 33.904111997 | |
| 9 | 4.2998253e-1 | 0.0000462963 | 38.437263025 | |
| 10 | 5.0729239e-1 | 9.259259e-5 | 34.789437221 | |
| 11 | 5.1755253e-1 | 6.944444e-5 | 6.1560824702 | |
| 12 | 5.5934586e-1 | 1.0416667e-4 | 16.717332472 | |