



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

Série G

Supplément 34
(11/1988)

SÉRIE G: RÉSEAUX NUMÉRIQUES, SECTIONS
NUMÉRIQUES ET SYSTÈMES DE LIGNE NUMÉRIQUE

**Température dans les coffrets enterrés pour
l'installation des répéteurs**

Recommandations UIT-T de la série G – Supplément 34

Publié à l'origine dans le Livre bleu (1988) - Fascicule III.5

NOTES

1 Le Supplément 34 aux Recommandations de la série G a été approuvé à Melbourne (1988) et publié dans le fascicule III.5 du *Livre bleu*. Ce fichier est un extrait du *Livre bleu*. La présentation peut en être légèrement différente, mais le contenu est identique à celui du *Livre bleu* et les conditions en matière de droits d'auteur restent inchangées (voir en bas de page).

2 Dans le présent Supplément, le terme «Administration» désigne indifféremment une administration de télécommunication ou une exploitation reconnue.

© UIT 2004

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, par quelque procédé que ce soit, sans l'accord écrit préalable de l'UIT.

TEMPÉRATURE DANS LES COFFRETS ENTERRÉS POUR L'INSTALLATION DES RÉPÉTEURS

(Melbourne, 1988)

(voir la Recommandation G.950)

1 Considérations générales

Le présent supplément se compose de deux parties A et B.

La partie A (origine: République fédérale d'Allemagne) traite de la température du sol relevée par des sources météorologiques dans la plupart des régions du monde, et montre les variations saisonnières comme étant fonction de la profondeur (en RFA).

La partie B (origine: Italie) donne des directives pour le calcul de la température dans le coffret, selon divers critères, dont la température atmosphérique, la profondeur et la dissipation d'énergie des équipements dans le coffret.

En outre, les deux parties contiennent des renseignements d'ordre général qui peuvent être utiles pour la planification.

2 Partie A**2.1 Définition**

On trouvera ci-après des indications sur les conditions climatiques relatives aux petits coffrets enterrés et qui ne sont pas dotés de moyens d'adaptation à des conditions de température spécifiques. Ces coffrets sont en général hermétiquement fermés et n'ont pas besoin d'être ouverts, par exemple pour les besoins de la maintenance préventive. Ils peuvent fonctionner avec ou sans contrôle de la pression du gaz, comme ils peuvent contenir des agents de séchage.

2.2 Température dans les coffrets enterrés

La température dans les coffrets enterrés dépend de la température du sol environnant. En outre, elle est influencée par la dissipation d'énergie des équipements installés.

La température du sol à diverses profondeurs est bien connue pour la plupart des régions du globe [1]. La figure 1 illustre les variations saisonnières de la température du sol comme fonction de la valeur moyenne à long terme de la température du sol. Des exemples des variations de la température sur une année sont illustrés dans la figure 2. Les températures annuelles minimale et maximale en tant que fonction de la profondeur sont illustrées dans la figure 3. Les figures 2 et 3 ne sont que des exemples pour une région spécifique en RFA et pour un sol sablonneux.

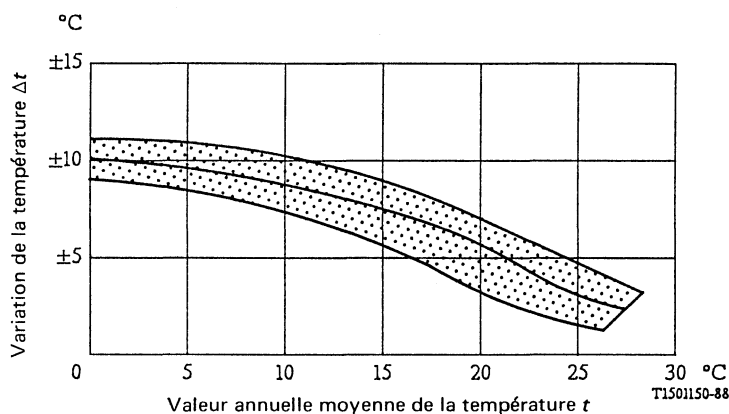


FIGURE 1

Rapport entre la valeur moyenne à long terme de la température du sol t et les variations annuelles que l'on peut trouver à une profondeur de 80 cm environ

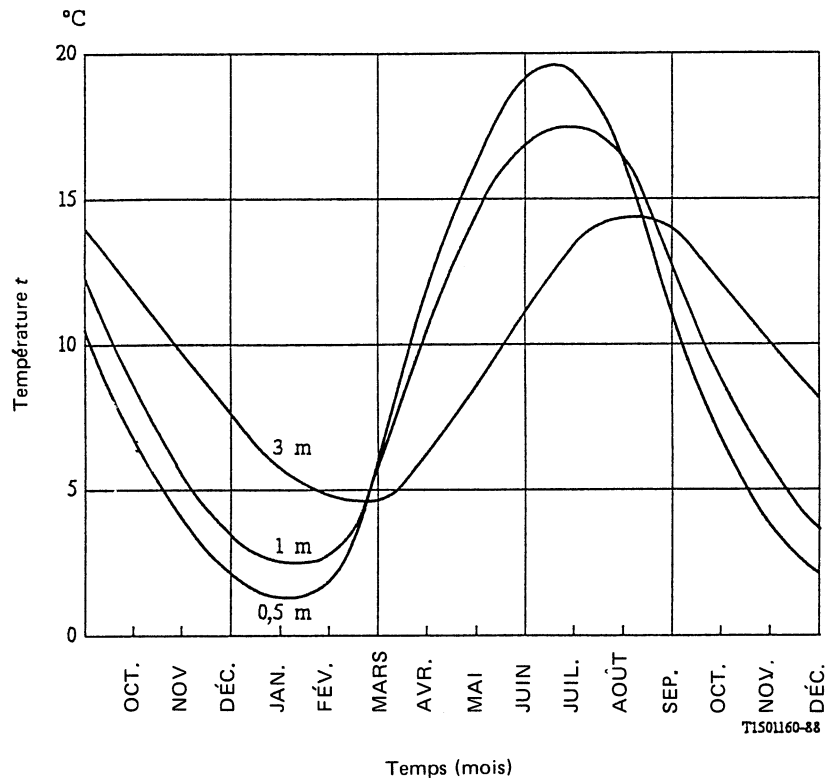
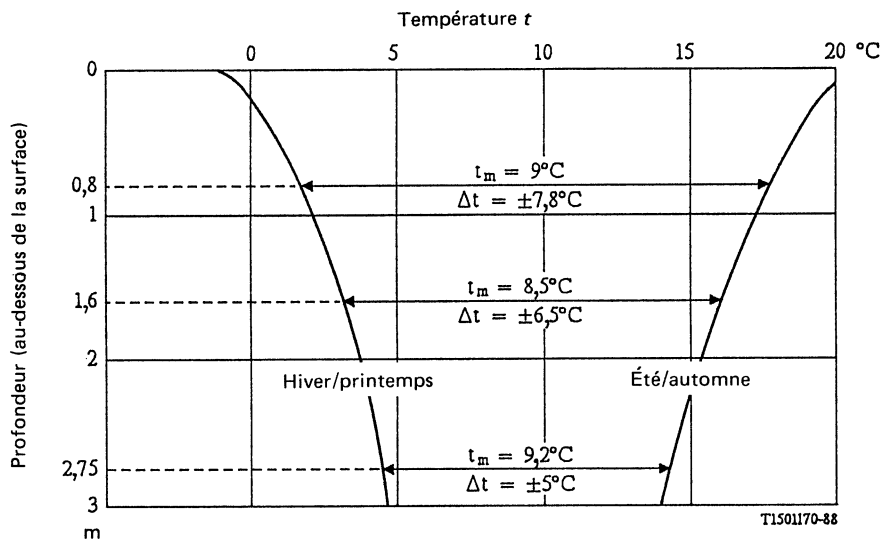


FIGURE 2

Température du sol en fonction des saisons pour des profondeurs de 0,5 m, 1 m et 3 m (valeurs moyennes à long terme, sol sablonneux en RFA)



t_m Valeur moyenne annuelle de la température du sol
 Δt Variation annuelle maximum de la température du sol t_m

FIGURE 3

Valeurs annuelles maximum et minimum de la température du sol selon la profondeur (valeurs moyennes à long terme, sol sablonneux en RFA)

La composition du sol a un effet important sur la température et ses variations dans le temps. Il convient de noter que ces variations se produisent lentement, et dépendent de la composition du sol et de la profondeur.

La valeur moyenne de la température dans le coffret est la même que celle du sol, si l'on néglige l'augmentation éventuelle causée par la chaleur produite par la dissipation d'énergie des équipements. Les variations de la température de l'air occasionnent des variations de la température dans le coffret, mais après un certain délai, et avec un affaiblissement de l'amplitude dépendant de la conception du coffret.

2.3 Conclusion

La température dans les petits coffrets enterrés, par exemple l'installation de répéteurs téléalimentés, dépend de la région géographique, de la composition du sol, de la profondeur de l'installation et de la dissipation d'énergie des équipements installés.

L'humidité à l'intérieur du coffret est indépendante des influences extérieures et peut être contrôlée par des moyens appropriés le cas échéant.

3 Partie B

3.1 Température dans les coffrets enterrés contenant des équipements à dissipation d'énergie élevée

La température dans les coffrets enterrés dépend de la température du sol environnant, de sa composition et de la quantité d'énergie dissipée dans les équipements.

3.1.1 La température du sol à différentes profondeurs peut être directement mesurée sur le site ou calculée sur la base de la température moyenne saisonnière du site (au niveau du sol) en tenant compte de la résistivité et du pouvoir de diffusions thermiques du sol.

Les variations à court terme, comme les écarts quodidiens, sont vite amorties et deviennent négligeables à une profondeur supérieure à 0,3 m, de sorte que seules les variations saisonnières se diffusent plus profondément dans le sol.

Il va de soi que ces variations aussi sont atténuées et retardées selon la profondeur et la conception du sol.

3.1.2 La chaleur produite par la dissipation d'énergie des équipements dans le coffret est transférée à travers les parois du coffret dans le sol environnant, perturbant ainsi le champ de température existant, et déterminant un gradient local qui diminue à mesure que l'on s'éloigne des parois du coffret.

Pour évaluer la température annuelle maximale dans le coffret, il est conseillé de définir un modèle mathématique de transmission de la chaleur et de le résoudre pour les conditions imposées par le climat du site, la nature du sol, la consommation d'énergie, etc.

Le calcul peut se faire sur ordinateur permettant ainsi d'étudier rapidement l'effet des différents paramètres.

Dans les conditions critiques, c'est-à-dire lorsque les caractéristiques du sol sont mauvaises, on peut en améliorer les effets en plaçant autour du coffret un matériau de remblai d'une bonne conductivité thermique. L'effet d'une telle action peut être préalablement vérifié par ordinateur.

3.2 Instructions de calcul

La transmission de la chaleur de l'atmosphère vers le sol est décrite par l'équation:

$$T(y,t) = A + B e^{-\gamma y} \sin(\omega t - \gamma y) \quad (1)$$

dans laquelle

A	Valeur moyenne de la température atmosphérique
B	Amplitude de l'oscillation thermique à la surface du sol
γ	Coefficient de diffusion
y	Profondeur

La température est fonction du temps et de la profondeur exclusivement et le champ qui en résulte a des surfaces isothermiques horizontales.

La dissipation d'énergie dans le coffret détermine un flux de chaleur sur les parois du coffret et un champ thermique bidimensionnel dans le sol.

L'équation qui s'y rapporte est:

$$c\zeta \frac{\delta T}{\delta t} - k \left(\frac{\delta^2 T}{\delta x^2} + \frac{\delta^2 T}{\delta y^2} \right) = F(x,y,t) \quad (2)$$

dans laquelle

- $F(x,y,t)$ tient compte de la présence de sources thermiques dans le sol
- c Chaleur spécifique du sol
- ζ Densité du sol
- k Conductivité thermique du sol.

Le problème peut être simplifié si l'on néglige le terme $\frac{\delta T}{\delta t}$.

En fait, la température dans le sol est sujette à une lente variation, et c'est pourquoi elle peut être considérée comme stable sur une courte période.

En résolvant l'équation:

$$-k \left(\frac{\delta^2 T}{\delta x^2} + \frac{\delta^2 T}{\delta y^2} \right) = F(x,y) \quad (3)$$

et en introduisant la «condition initiale» de (1) pour le temps considéré, la répartition de la température dans le sol peut être relevée dans un certain nombre de points.

La température de la ligne des centres dans le coffret est calculée à partir des relations de transfert de chaleur pour la convection naturelle sur les parois verticales: $Nu = M \cdot (Gr \cdot Pr)^N$, dans laquelle Nu = nombre de Nusslet; Gr = nombre de Grashof; Pr = nombre de Prandtl; M, N sont des constantes à déterminer empiriquement.

La figure 4 illustre un champ thermique calculé où les lignes isothermiques remplacent les valeurs de la température locale relevées par ordinateur.

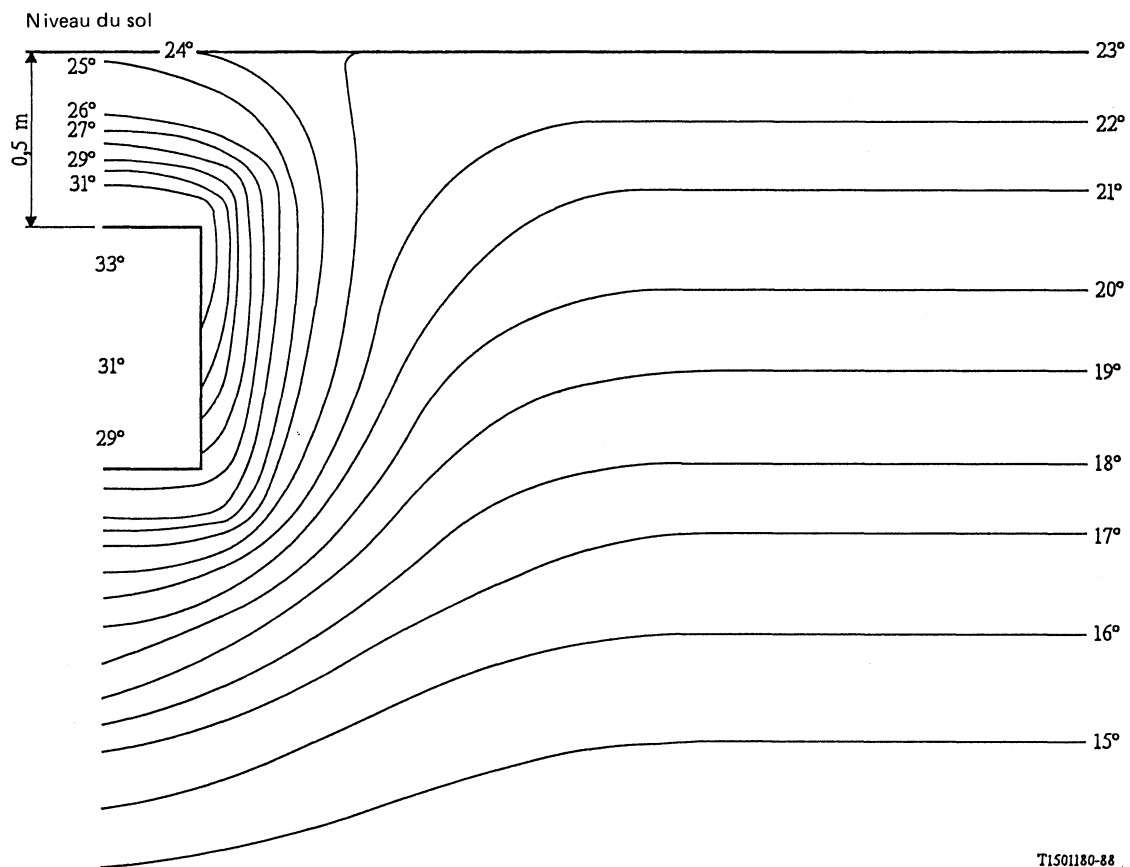


FIGURE 4

Exemple de champ thermique calculé

3.3 Conclusion

La température dans les coffrets enterrés dépend du climat du site, du type du sol, de la profondeur, de la saison et de la dissipation d'énergie des équipements.

Une analyse mathématique de la transmission de la chaleur permet d'évaluer la température maximale dans le coffret en tenant compte de l'effet des paramètres concernés.

On peut étudier l'utilisation d'un matériau de remblayage et évaluer l'effet qui en résulterait.

TYPE DE COFFRET: CAI/24

Température en régime permanent (°C)

Dimensions du coffret (m) Ø 0,85 h 0,9

Energie dissipée (watt)	100
Mois	8
Température moyenne du site (°C)	12,7
Amplitude des variations thermiques (°C)	11,7
Conductivité thermique du sol ($W m^{-1} K^{-1}$)	0,44
Densité du sol ($kg \cdot m^{-3}$)	1550
Chaleur spécifique du sol ($J kg^{-1} K^{-1}$)	1255
Conductivité thermique du matériau de remblayage ($W m^{-1} K^{-1}$)	0,8
Profondeur du matériau de remblayage (m)	0,4
Rayon extérieur du matériau de remblayage (m)	1,2

Référence

- [1] JEN-HU-CHANG: Ground Temperature, *Blue Hill Meteorological Observatory, Harward University*, Vol. I, II – Hilton 86, Massachusetts, 1958.

Bibliographie

- KREITH (F.): Principles of heat transfer, *Int. Textbook Co.*, Scranton Pen.
CARLSLAW JAEGER: Conduction of heat in solids, *Oxford Press*.

