

hp 48gx calculatrice scientifique

applications hydrauliques

Remarques préliminaires

Outre sur la calculatrice HP48GX proprement dite, les applications hydrauliques tournent parfaitement sur les émulateurs HP48 suivants :


- Emulateur **Emu48** pour PC Auteurs : Sébastien Carlier et Christoph Gießelink, disponible à l'adresse <http://www.hpcalc.org/>
- Emulateur **m48+** pour iPad/iPhone Auteur : Markus Gonser, basé sur l'émulateur Emu48 et disponible dans l'Appstore

Pour installer les programmes, charger la librairie HYDR et l'enregistrer dans un port, puis l'attacher. L'utilisateur nécessite de bonnes connaissances du fonctionnement de la calculatrice HP48GX.

Nota : ces applications ayant été écrites pour les besoins propres de l'auteur, elles ne disposent que d'un nombre limité de dispositifs empêchant les opérations erronées.

Sur demande, l'auteur peut modifier le numéro de librairie attribué.

Pour plus de questions, adressez-vous à l'auteur du site internet www.eauxpotables.com.

 Dans le souci d'améliorer constamment les programmes, merci de signaler toute erreur de programmation.





PIPE

PIPE MODELING 1.4

Auteur : Philippe Colbach, 1997-2016

Programme de calcul des pertes de charges dans une conduite d'eau sous pression.

MENU DE SAISIE DES PARAMÈTRES DE CALCUL

Touche	Opération	Arguments
DNmm	Saisit le diamètre nominal DN de la conduite exprimé en mm.	1: Diamètre DN ou inconnue 'X'
Lm	Saisit la longueur L de la conduite exprimée en m.	1: Longueur L ou inconnue 'X'
kbmm	Saisit la rugosité k_b de la conduite exprimée en mm.	1: Rugosité k_b ou inconnue 'X'
Ql/s	Saisit le débit Q transitant dans la conduite exprimé en l/s.	1: Débit Q en l/s ou inconnue 'X'
÷l/s	Convertit un nombre exprimé en m^3/h en l/s.	1: Débit Q en m^3/h ou inconnue 'X'
'X'	Place l'inconnue 'X' dans la pile.	

MENU DE CALCUL DE LA PERTE DE CHARGE

Touche	Opération	Arguments
i	Affiche les données DN, L, k_b et Q.	
ΔZE	Place la fonction algébrique $\Delta ZE(DN, L, k_b, Q)$ dans la pile. Exécuter EVAL donne le résultat exprimé en mCE. Formule de calcul itérative de la perte de charge se basant sur les équations de Darcy-Weisbach et de Colebrook-White.	
SOLV	Résout une équation sans devoir indiquer ni le nom de la variable inconnue ni une supposition initiale. Nota : L'inconnue doit <i>obligatoirement</i> être 'X'.	1: Equation
÷m³/h	Convertit un nombre exprimé en l/s en m^3/h .	1: Débit Q en l/s
PREV	Retourne au menu de saisie des paramètres de calcul.	

Exemples

800 m DN100 en fonte ductile, rugosité de service 0,1 mm, débit de 40 m^3/h :

100 DNmm 800 Lm 0,1 kbmm 40 ÷l/s Ql/s NXT ,

```

Pipe Parameters
DN: 100 mm
L: 800 m
kb: .1 mm
Q: 11.11 l/s

```

ΔZE EVAL donne une perte de charge de 17,95 mCE.

Plusieurs tronçons de conduites peuvent être assemblés pour la résolution d'une équation :

800 m DN100 en fonte ductile : 100 DNmm 800 Lm 0,1 kbmm 'X' ÷l/s Ql/s NXT ΔZE PREV ,

500 m DA110 en PEHD : 90 DNmm 500 Lm 0,04 kbmm NXT ΔZE + ,

Perte de charges imposée de 20 mCE : 20 ← 0 SOLV donne un débit de 29,77 m^3/h .



MENU DE CALCUL DE LA PUISSANCE DES POMPES

Touche	Opération	Arguments
Ql/s	Saisit le débit transitant dans la conduite exprimé en l/s. Les données DN, L et k_b sont saisies dans le menu de saisie des paramètres de calcul.	1: Débit Q en l/s
Hgeom	Saisit la hauteur géodésique H_{geo} exprimée en m.	1: Hauteur géodésique H_{geo} en m
%	Saisit le rendement du couple moteur/pompe exprimé en %.	1: Rendement entre 0 et 100
i	Affiche les données DN, H_{geo} et η .	
NkW	Calcule la puissance du couple moteur-pompe exprimée en kW.	
Ekw/h	Calcule la consommation spécifique exprimée en kWh/m ³ .	

Exemple

800 m DN100 en fonte ductile, rugosité de service 0,1 mm, débit de 40 m³/h, hauteur de refoulement 50 m, rendement moteur/couple de 80% :

100 **DNmm** 800 **Lm** 0,1 **kbmm** 40 **l/s** **Ql/s** **NXT** **NXT**,

50 **Hgeom** 80 **%**,

```

i Pump Parameters
      Q: 11.11 l/s
      Hgeo: 50 m
      η: 80%
  
```

NkW donne une puissance de 9,25 kW,

Ekw/h donne une consommation spécifique de 0,23 kWh/m³.

Variable

ZePar { DN[m] L[m] k_b [mm] Q[m³/s] H_{geo} [m] η [%] }

NET

NETWORK MODELING 3.11

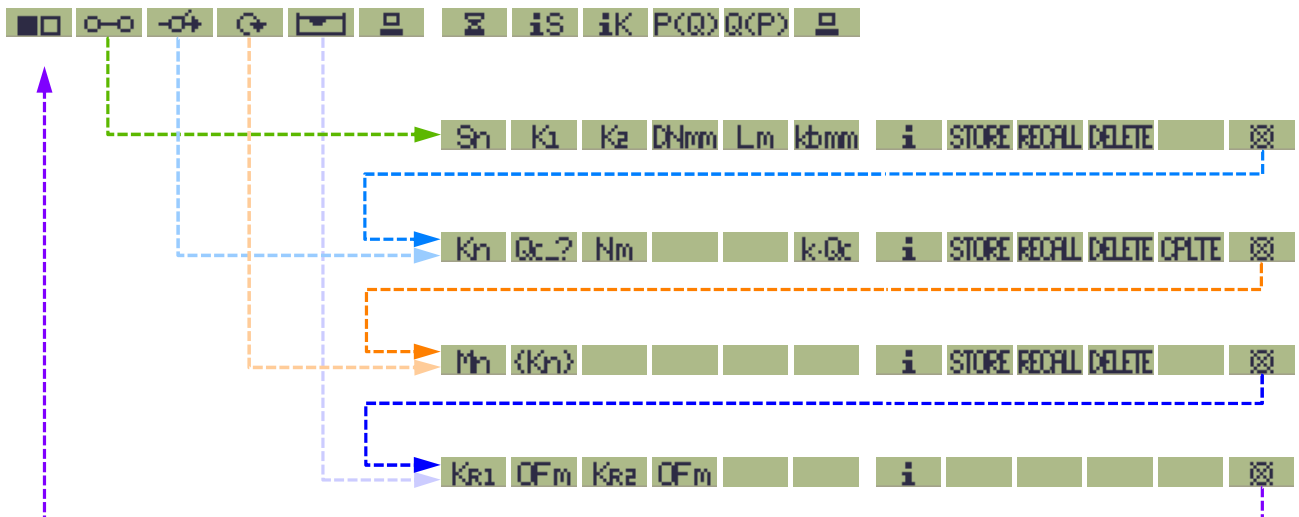
Auteur : Philippe Colbach, 1999-2016

Programme de calcul des réseaux de distribution ramifiés ou maillés alimentées par un réservoir unique ou par deux réservoirs en parallèle et, le cas échéant, par des stations de pompage. Le réseau doit être exempt de toute station de réduction ou d'augmentation de la pression de service.







La méthode utilisée repose sur le principe de l'équilibre des débits en chaque nœud et sur le principe de l'équilibre des pertes de charges le long de chaque maille (méthode Hardy-Cross). En règle générale, les résultats des calculs sont donnés avec une précision de $< 10^{-2}$.

La dénomination des variables s'aligne pour certaines à la littérature allemande, à savoir k_b pour « *Betriebsrauigkeit* » (rugosité fonctionnelle), S pour « *Strang* » (conduite), K pour « *Knoten* » (nœud), et pour OF pour « *over flow* » (trop-plein) à la littérature anglophone. L'auteur des applications a renoncé à harmoniser les dénominations pour la présente publication.

Arbre des menus




MENU PRINCIPALE 1 donnant accès aux sous-menus de saisie des attributs du réseau

<i>Touche</i>	<i>Opération</i>	<i>Variables</i>
	Sous-menu des options : unité de débit, nombre de réservoirs.	Le choix des options est enregistré dans la variable ΔMOD .
	Sous-menu de saisie des attributs des conduites.	Les attributs sont enregistrés dans les variables ΔSN et $\Delta SPar$.
	Sous-menu de saisie des attributs des nœuds.	Les attributs sont enregistrés dans les variables ΔKex , ΔKN et $\Delta KPar$.
	Sous-menu de saisie des attributs des mailles.	Les attributs sont enregistrés dans les variables ΔMN et $\Delta MPar$.
	Sous-menu de saisie des attributs des réservoirs.	Les attributs sont enregistrés dans les variables ΔRN et $\Delta RPar$.
	Affiche les données de calcul sous forme d'une chaîne de caractères pouvant être copiée (Copy String) dans un programme de traitement de texte.	

Données de calcul

Sn	Pipe number	Numéro de conduite
K1	Initial node	Nœud amont
K2	Final node	Nœud aval, déterminant le sens positif du courant
DN	Diameter (mm)	Diamètre de la conduite
L	Length (m)	Longueur de la conduite
kb	Roughness (mm)	Rugosité fonctionnelle de la conduite
Kn	Node number	Numéro de nœud
Qc	Nodal demand (m ³ /h ou l/s)	Consommation au droit du nœud
N	Ground level (m)	Niveau du terrain au droit du nœud
Mn	Loop number	Numéro de maille
Kn	Loop nodes	Nœuds de la maille dans l'ordre
Rn	Reservoir number	Numéro de nœud sur lequel est branché le réservoir
LOF	Pressure head (m)	Plan d'eau du réservoir conditionnant la pression statique

MENU PRINCIPALE 2 donnant accès aux fonctions de calcul et d'affichage des résultats

Touche	Opération	Variables / Arguments
	<p>Lance la procédure du calcul hydraulique.</p> <p>La procédure est visualisée par la barre de progression</p>  <p>symbolisant les étapes suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - lecture des données de calcul, - détermination des débits initiaux, - calcul itératif des mailles avec une précision de $< 10^{-2}$, - calcul des pertes de charge linéaires, - suppression des fichiers de calcul. <p>Dans le cas d'un calcul d'un réseau à deux réservoirs, toute la séquence est répétée jusqu'à ce que la ligne piézométrique ait une précision de $< 10^{-2}$ au niveau du deuxième réservoir.</p>	<p>Les résultats du calcul sont enregistrés dans les variables ΔSQ et ΔKP.</p>
	Affiche les résultats du calcul Q et J de la conduite S_n et les place dans la pile	1: Numéro de conduite S_n
	Affiche les résultats du calcul N_p et P du nœud K_n et les place dans la pile.	1: Numéro de nœud K_n
	<p>Calcule la pression de service P au droit du nœud K_p en fonction de la consommation Q_c au droit du nœud K_Q.</p> <p>Nota : K_Q ne doit pas être attribué à un réservoir.</p> <p>Nota : La consommation Q_c reste mémorisée au droit du nœud K_Q. Utiliser pour rétablir la consommation initiale.</p>	<p>3: Numéro du nœud K_p</p> <p>2: Numéro du nœud K_Q</p> <p>1: Consommation Q_c</p>
	<p>Calcule de façon itérative avec une précision de $< 10^{-2}$ la consommation Q_c au droit du nœud K_Q en fonction de la pression de service P imposée au droit du nœud K_p.</p> <p>Nota : K_p et K_Q ne doivent pas être attribués à des réservoirs.</p> <p>Nota : La consommation Q_c reste mémorisée au droit du nœud K_Q. Utiliser pour rétablir la consommation initiale.</p>	<p>3: Numéro du nœud K_Q</p> <p>2: Numéro du nœud K_p</p> <p>1: Pression de service P</p>
	Affiche les résultats de calcul sous forme d'une chaîne de caractères pouvant être copiée (Copy String) dans un programme de traitement de texte.	

Résultats de calcul

S_n	Pipe number	Numéro de conduite
K_1	Initial node	Nœud amont
K_2	Final node	Nœud aval, déterminant le sens positif du courant
DN	Diameter (mm)	Diamètre de la conduite
L	Length (m)	Longueur de la conduite
kb	Roughness (mm)	Rugosité de la conduite
Q	Volume flow rate (m ³ /h ou l/s)	Débit d'eau transitant dans la conduite
J	Slope of hydraulic grade (m/km)	Pente de la ligne piézométrique
K_n	Node number	Numéro de nœud
Q_c	Nodal demand (m ³ /h ou l/s)	Consommation au droit du nœud
N	Ground level (m)	Niveau du terrain au droit du nœud
N_p	Reference pressure (m)	Niveau piézométrique
P	Operating pressure (mWC)	Pression de service

SOUS-MENU DE SAISIE DES ATTRIBUTS DES CONDUITES

Touche	Opération	Arguments
	Saisit le numéro de la conduite.	1: Numéro de conduite S_n
	Saisit le numéro du nœud amont K_1 .	1: Numéro de nœud K_1
	Saisit le numéro du nœud aval K_2 , déterminant le sens positif du courant.	1: Numéro de nœud K_2
	Saisit le diamètre DN de la conduite exprimé en mm.	1: Diamètre DN
	Saisit la longueur L de la conduite exprimée en m.	1: Longueur L
	Saisit la rugosité k_b de la conduite exprimée en mm.	1: Rugosité k_b

L'opération de saisie des attributs d'une conduite est clôturée par la commande **STORE**.

Touche	Opération	Arguments
	Affiche les données S_n , K_1 , K_2 , DN, L et k_b	
	Enregistre les attributs saisis d'une conduite. Nota : Les attributs DN et k_b restent mémorisés pour la saisie suivante.	
	Rappelle les attributs de la conduite S_n . Une éventuelle modification de ces attributs est enregistrée par la commande STORE .	1: S_n
	Supprime les attributs de la conduite S_n .	1: S_n
	Quitte le sous-menu de saisie des attributs des conduites et affiche le sous-menu de saisie des attributs des nœuds . La commande génère une liste ΔK_{ex} des nœuds saisis lors de l'enregistrement des conduites et pour lesquels doivent obligatoirement être définis les attributs correspondants dans le sous-menu . En l'absence de données enregistrées, retour au menu principal.	

SOUS-MENU DE SAISIE DES ATTRIBUTS DES NŒUDS

Touche	Opération	Arguments
Kn	Saisit le numéro du nœud.	1: Numéro du nœud K_n
Qc_?	Saisit la consommation Q_c au droit du nœud exprimée en l/s ou en m^3/h . Nota : Une consommation <i>négative</i> correspond au débit d'alimentation d'une pompe. Il n'est cependant pas possible de saisir une courbe de pompe. Nota : Le réseau doit <i>obligatoirement</i> être alimenté par au moins un réservoir de distribution.	1: Consommation Q_c
Nm	Saisit le niveau du terrain au droit du nœud exprimé en m.	1: Niveau N
k.Qc	Multiplie toutes les consommations <i>positives</i> avec le facteur k (simulation de la consommation de pointe ou de l'accroissement de la consommation future). Nota : Les consommations <i>négatives</i> assimilées au débit d'alimentation d'une pompe restent inchangées.	1: Facteur multiplicateur k

L'opération de saisie des attributs d'un nœud est clôturée par la commande **STORE**.

Touche	Opération	Arguments
i	Affiche les attributs saisis K_n , Q_c et N	
STORE	Enregistre les attributs saisis d'un nœud.	
RECALL	Rappelle les attributs du nœud K_n . Une éventuelle modification de ces attributs est enregistrée par la commande STORE .	1: Numéro de nœud K_n
DELETE	Supprime le nœud K_n et ses attributs. Nota : Avant de supprimer un nœud, il faut en supprimer le ou les conduites s'y rattachant.	1: Numéro de nœud K_n
CPUTE	Pourvoit tous les nœuds non pourvus d'attributs des attributs standardisés $Q_c=0$ l/s et $N=0$ m.	
☒	Quitte le sous-menu de saisie des attributs des nœuds et affiche le sous-menu de saisie des attributs des mailles . Nota : La commande ☒ vérifie si tous les nœuds ont été pourvus d'attributs. Dans le cas contraire, une liste des nœuds non pourvus d'attributs est placée dans la pile.	

SOUS-MENU DE SAISIE DES ATTRIBUTS DES MAILLES

Touche	Opération	Arguments
	Saisit le numéro de la maille.	1: Numéro de la maille M_n
	Saisit sous forme d'une liste les numéros des nœuds de la maille. Nota : Les nœuds doivent être saisis dans l'ordre de la boucle, au choix dans le sens horaire ou antihoraire.	1: Liste des nœuds $\{ K_n \dots \}$

L'opération de saisie des attributs d'une maille est clôturée par la commande

Touche	Opération	Arguments
	Affiche les attributs saisis M_n et $\{ K_n \}$ d'une maille.	
	Enregistre les attributs saisis d'une maille .	
	Rappelle les attributs de la maille M_n . Une éventuelle modification de ces attributs est enregistrée par la commande .	1: Numéro de la maille M_n
	Supprime les attributs de la maille M_n .	1: Numéro de la maille M_n
	Quitte le sous-menu de saisie des attributs des mailles et affiche le sous-menu de saisie des attributs des réservoirs . Nota : La commande vérifie si la somme de contrôle $\Sigma S - \Sigma K + \Sigma M$ est bien égale à 1. Dans le cas contraire, une erreur est affichée.*	

* Causes probables :

- Nœud sans attache après avoir supprimé une conduite : $\Sigma S - \Sigma K + \Sigma M < 1$
- Maille non saisie : $\Sigma S - \Sigma K + \Sigma M < 1$
- Nœud supprimé sans avoir supprimé le ou les conduites s'y rattachant : $\Sigma S - \Sigma K + \Sigma M > 1$
- Maille non existante après avoir supprimé une conduite : $\Sigma S - \Sigma K + \Sigma M > 1$

SOUS-MENU DE SAISIE DES ATTRIBUTS DES RÉSERVOIRS

Touche	Opération	Arguments
	Enregistre le numéro de nœud du réservoir 1.	1: Numéro du nœud K_{R1}
	Enregistre le niveau du plan d'eau du réservoir 1 exprimé en m conditionnant la pression statique.	1: Niveau OF (trop-plein)
	Enregistre le numéro de nœud du réservoir 2.	1: Numéro du nœud K_{R2}
	Enregistre le niveau du plan d'eau du réservoir 2 exprimé en m conditionnant la pression statique.	1: Niveau OF (trop-plein)

Les attributs d'un réservoir sont enregistrés dès leur saisie.

Nota : Un réservoir doit *obligatoirement* être attribué à un nœud terminal. En d'autres termes, il ne peut y avoir qu'une seule conduite de départ. Le cas échéant, il faut placer un nœud de support avec une seule conduite de départ.

Nota : Aucune consommation ne doit être attribuée au nœud d'un réservoir.

Touche	Opération	Arguments
	Affiche les attributs enregistrés des réservoirs.	
	Quitte le sous-menu de saisie des attributs des réservoirs et retourne au menu principal.	

Variables

ΔMOD { 0(l/s)/1(m³/h) 0(1 réservoir)/1(2 réservoirs) }
 ΔSN { $S_n \dots$ } $\Delta SPar$ { { K_1 K_2 DN[mm] L[m] k_b [mm] } $S_n \dots$ }
 ΔKN { $K_n \dots$ } $\Delta KPar$ { { Q_c [l/s/m³/s] N[m] } $K_n \dots$ }
 ΔMN { $M_n \dots$ } $\Delta MPar$ { { K_n $K_m \dots$ } $M_n \dots$ }
 ΔRN { K_{R1} K_{R2} } $\Delta RPar$ { OF_{R1} [m] OF_{R2} [m] }
 ΔKex { $K_n \dots$ }
 ΔSQ { Q_{Sn} [m³/s] ... }
 ΔKP { { Np_{Kn} [m] P_{Kn} [mCE] } ... }

Messages d'erreur (liste non exhaustif)

STORE Error:

Parameter(s) Missing

Pour que les attributs d'une conduite/d'un nœud/d'une maille puissent être enregistrés, il faut saisir tous les attributs. La touche renseigne sur les valeurs manquantes (NOVAL).

STORE Error:

Kn doesn't exist

Enregistrement des attributs d'un nœud qui n'existe pas, c. à d. qui n'a pas été défini lors de l'enregistrement des attributs des conduites. Retourner au sous-menu de saisie des attributs des conduites.

EXIT Error:

Parameter(s) missing


Nœuds existants non définis



$\Delta Z E$

Auteur : Philippe Colbach, 1997

Formule de calcul itérative de la perte de charge dans une conduite d'eau sous pression se basant sur les équations de Darcy-Weisbach et de Colebrook-White. Cette formule est à la base des applications PIPE et NET. Opération pouvant être appliquée sous forme algébrique ' $\Delta Z E(DN, L, k_b, Q)$ '. Le résultat du calcul est donné avec la précision maximale supportée par la fonction ROOT.

Touche	Opération	Arguments
	Calcule la perte de charge $\Delta Z e$ dans une conduite sous pression en fonction de son diamètre nominal DN exprimé en m, de sa longueur L exprimée en m, de sa rugosité k_b exprimée en mm et du débit Q exprimé en m^3/s .	4: DN en m 3: L en m 2: k_b en mm 1: Q_c en m^3/s

Nota : Les unités des paramètres divergent pour certaines de celles employées par les applications PIPE et NET.