

Annexe

Description de EES

EES (prononcé ISE) est l'abréviation de Engineering Equation Solveur ou Solveur d'équations pour l'ingénierie. EES permet de résoudre des systèmes d'équations algébriques, des équations différentielles, des équations à variables complexes. EES permet également d'optimiser les paramètres de modélisation d'un système, de calculer des régressions linéaires et non linéaires, de générer des courbes de grande qualité.

Des nombreuses fonctions mathématiques et thermodynamiques utilisées dans le milieu de l'ingénierie sont incorporées dans le logiciel. Par exemple, des tables “vapeur” sont implémentées tel que n'importe quelles propriétés thermodynamiques peuvent être obtenues à partir des fonctions incorporées. De même, cette fonctionnalité est fournie pour la plupart des réfrigérants (y compris une partie de nouveaux mélanges), l'ammoniac, le méthane, le dioxyde de carbone et beaucoup d'autres liquides. Les tables d'air sont incorporées, comme étant des fonctions psychrométriques ainsi que la table de JANAF applicable pour un grand nombre de gaz.

Enfin, des propriétés de transport sont aussi disponibles pour la plupart de ces substances. EES contient une vaste bibliothèque de fonctions mathématiques et thermodynamiques.

Maintenant dans le programme, au-dessous de la barre de menu, se trouve une barre d'outils.



Celle-ci comporte plusieurs icônes permettant d'accéder plus rapidement aux commandes de EES les plus fréquemment utilisées. Si vous placez le curseur sur un des boutons et patientez quelques secondes, une fenêtre décrivant la fonction du bouton apparaîtra. La barre d'outils peut être masquée si vous le souhaitez. Pour ce faire, veuillez cliquer sur **Preferences** disponible via le menu **Options**.

L'icône EES, disponible en haut à gauche de l'écran donne l'accès en cliquant avec le bouton droit de la souris aux caractéristiques de présentation de la fenêtre du programme.

Il est possible de redimensionner la taille de la fenêtre, de mettre le logiciel en arrière-plan ou de fermer l'application.

Le menu **Fichier** donne l'accès aux commandes d'ouverture, de fermeture, de sauvegarde, de fusion de fichiers, de chargement des bibliothèques, de configuration de l'imprimante, d'impression.

Le menu **Editer** donne l'accès aux commandes d'annulation de la dernière opération effectuée mais aussi aux commandes copier, couper, coller, suppression ou sélection de l'ensemble du document actif.

Le menu **Recherche** contient les commandes de rechercher/remplacer d'une expression dans le document actif.

Le menu **Options** permet de visualiser les informations relatives aux variables, fonctions. Il est possible de configurer le système d'unité, les limites de calculs, les plages de valeurs.

La commande '**Preference**' permet de configurer les formats de présentation des données, les échelles utilisées pour les tracés, etc. Une commande est aussi disponible pour configurer les fonctions utilisateurs.

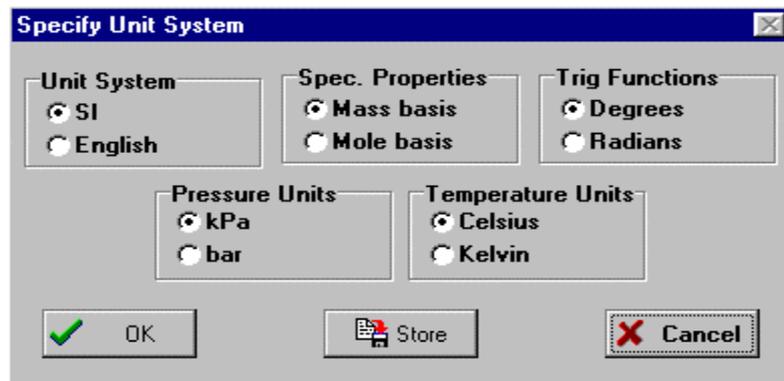
Le menu **Calculer** donne l'accès aux commandes de vérification, de formatage des données et au lancement de la résolution de la série d'équations.

Le menu **Tables** donne l'accès aux commandes d'ajout, de modification, de suppression des Tables Paramétrique. Il est possible de faire des calculs de régression linéaire des données au sein de ces tables. Une table est similaire à une feuille de tableur. Les équations pourront être résolues à l'aide de celle-ci. L'utilisateur pourra faire varier la valeur des données pour de nouvelles résolutions. Ce menu offre la possibilité de visualiser, de configurer les tables saisies par les utilisateurs.

Le menu **PLOT** contient les commandes permettant d'afficher un tracé, d'en modifier son échelle. Il permet de préparer des tracés pour les tables paramétriques.

Méthode de résolution d'un système d'équation

Exécuter EES, puis sélectionner **Nouveau** dans le menu **Fichier**. Une fenêtre d'Equations vierge apparaît. Avant d'entrer les équations, il convient de déterminer le système d'unités pour les fonctions et propriétés thermodynamiques incluses. Pour voir où changer le système d'unité, sélectionner Système d'unité dans le menu Options.



EES a été configuré pour travailler dans les unités du SI avec T en °C, P en kPa, et les valeurs de propriétés spécifiques dans leurs unités habituelles.

Les équations peuvent être saisies maintenant dans la fenêtre d'**Equations**. Le texte est entré de la même façon que dans n'importe quel traitement de texte. Voici quelques règles :

1. EES ne fait pas la distinction entre les majuscules et les minuscules.
2. Les espaces sont négligés.
3. Les commentaires doivent être saisis entre des crochets : { } ou entre des guillemets : " ".
4. Les noms de variables doivent commencer par une lettre et peuvent être composés de n'importe quel caractère, à l'exception de () | * / + - ^ ' { } : " ;
5. Les équations multiples peuvent être entrées sur une ligne si elles sont séparées par un point-virgule (;). La ligne doit comporter au maximum 255 caractères.
6. Les symboles ^ ou ** sont utilisés indifféremment pour indiquer une élévation à une puissance.
7. L'ordre dans lequel les équations sont entrées n'importe pas.

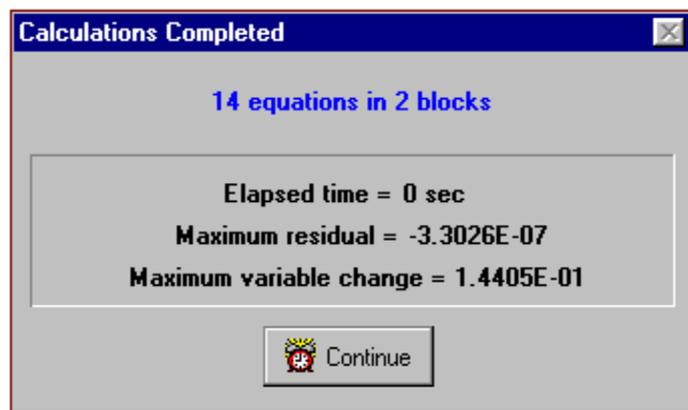
8. L'ordre dans lequel sont placées les variables connues ou inconnues n'importe pas.

Après avoir entré l'ensemble des équations de ce problème et (éventuellement) vérifié leur syntaxe en utilisant la commande **Vérifié / Format** dans le menu **Calculer**, la fenêtre d'Equations apparaît. Les commentaires sont normalement rédigés en bleu.

Premiers pas dans la résolution

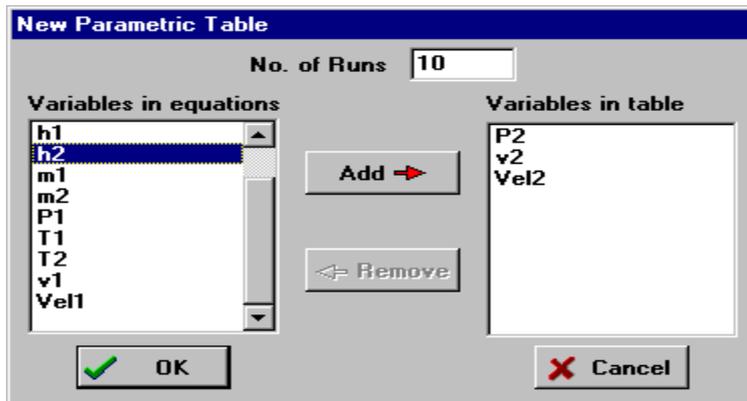
Il est possible d'indiquer à EES quelles sont les valeurs par défaut et les limites que peut prendre une variable. Pour ce faire, utiliser la commande Information sur les variables du menu Options. Avant d'afficher la fenêtre correspondante, EES vérifie la syntaxe de ou des équation(s) saisie(s) et résout toutes les équations comportant une inconnue.

Pour résoudre notre système, cliquer sur la commande Résoudre du menu Calculer. Une boîte de dialogue apparaît et indique le temps de calcul, le maximum résiduel (c'est-à-dire, la différence entre les valeurs des paramètres droite et gauche d'une équation) et les variables dont la valeur a été modifiée depuis la dernière itération. Une fois les calculs terminés, EES indique le nombre d'équations qui composent le problème et le nombre de blocs. Un bloc (ou groupe) est un sous-ensemble d'équations qui peut être résolu indépendamment. Quand les calculs sont terminés, le bouton "Annuler" sera substitué par le bouton "Continuer".



Cliquer sur la commande Nouvelle Table. Une boîte de dialogue apparaît. Elle contient la liste des variables utilisées dans la fenêtre d'Equations. Par exemple, construisons une table qui contient les variables P2, T2, Vel2, et h2. Cliquer sur P2 dans la liste de

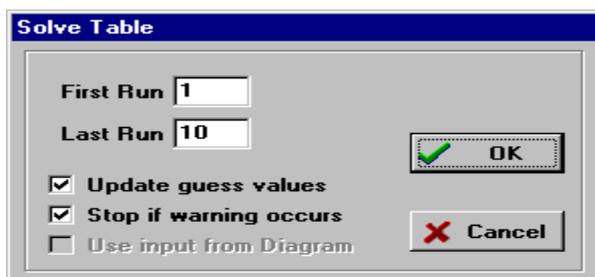
variables visibles sur la gauche. P2 est maintenant souligné et le bouton “Ajouter” devient actif.



Maintenant, cliquer sur le bouton “Add” pour transférer P2 de la gauche vers la droite. Faites de même pour T2, h2, et Vel2, (utiliser éventuellement la barre de défilement pour visualiser les variables non visibles dans la liste). Noter qu’un double-clic sur une variable a le même effet que les actions citées ci-dessus. La boîte de dialogue doit ressembler maintenant à l’image ci-dessus. Cliquer sur le bouton “Ok” pour continuer.

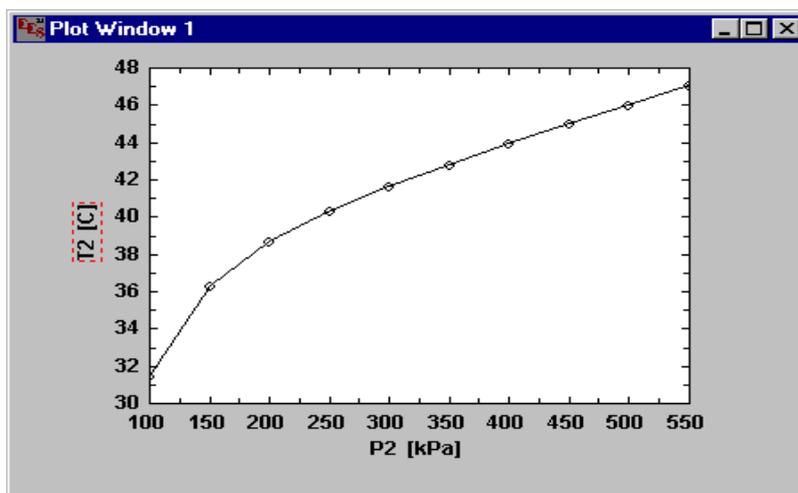
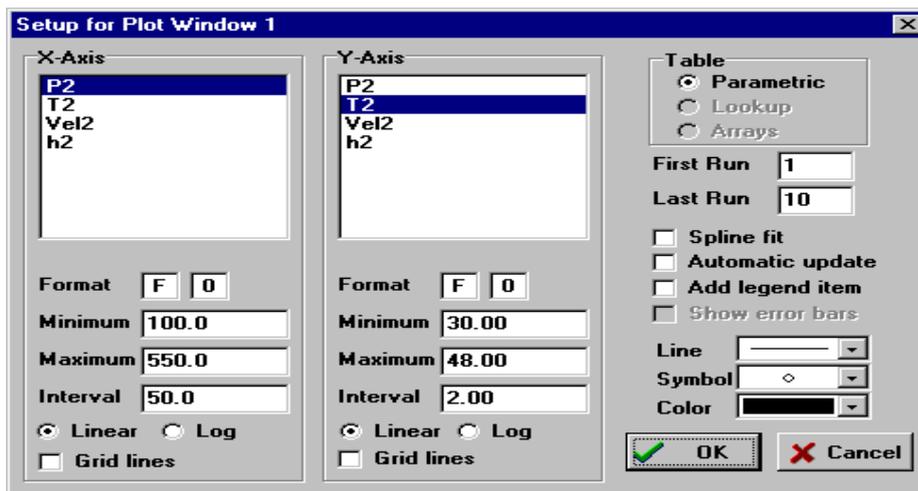
	1 P2 [kPa]	2 T2 [C]	3 Vel2 [m/s]	4 h2 [kJ/kg]
Run 1	100			
Run 2	150			
Run 3	200			
Run 4	250			
Run 5	300			
Run 6	350			
Run 7	400			
Run 8	450			
Run 9	500			
Run 10	550			

Maintenant, cliquer sur la commande Résoudre la Table du menu Calculer. La boîte de dialogue “Solve table” apparaîtra et vous permettra de choisir le nombre de pas (**Run**) de calcul à réaliser pour obtenir la solution.



Une fenêtre d'information sera alors affichée et indiquera l'état du processus de calcul. Une fois les calculs terminés, les valeurs de T2, Vel2, et h2 seront affichées dans la table. Les valeurs calculées par EES seront, suivant le mode d'affichage sélectionné, affichées en bleu, en gras ou en italique.

Maintenant le menu "Plots" nous permet de tracer le graphe.



Une fois créée, le tracé peut être représenté de différentes manières.

En plus des dessins peuvent aussi réaliser dans la barre d'outils en utilisant "Diagram window".

Ce petit exemple illustre une partie des capacités de EES. En suivant cet exemple, vous serez à même de résoudre beaucoup de problèmes similaires.

Toutefois, EES permet de faire encore beaucoup d'autres choses telles, tracés de courbes d'ajustement, calculs avec incertitudes, opérations avec des variables complexes, utilisation des tableaux, et bien d'autres.