
Modélisation floue des variations glycémiques

Manuel Programmeur

Septembre 2000

Stage de 4^{ème} année - INSA de Rennes - Département Informatique

Auteur :
Franck Sajous

Responsable de stage :
Pierre-Yves Glorennec

Table des matières

1	Environnement de développement	5
1.1	Installation de la SDK	5
1.2	Compilation	5
1.3	Transfert et installation sur le PSION	5
1.3.1	Configuration de la liaison série	5
1.3.2	Transfert des fichiers	7
1.3.3	Installation de l'application	7
1.3.4	Modification du programme	7
1.4	Emulateur	7
2	Programme	9
2.1	Constantes	9
2.1.1	Constantes relatives à l'insuline	9
2.1.2	Constantes relatives aux SIF	9
2.1.3	Bornes des variables à saisir	10
2.2	Variables	10
2.2.1	Variables relatives aux injections d'insuline	10
2.2.2	Variables (tableaux) relatives à la structure des SIF	10
2.2.3	Variables relatives à l'apprentissage	11
2.2.4	Autres variables	11
2.3	Fonctions	11
2.3.1	Initialisations	11
2.3.2	Saisie des injections d'insuline	12
2.3.3	Calcul du pouvoir hypoglycémiant	12
2.3.4	Système d'inférence	12
2.3.5	Gestion des fichiers	12
A	Captures d'écrans	15

Chapitre 1

Environnement de développement

1.1 Installation de la SDK

La première chose à faire est d'installer la SDK OPL dont la version zippée se trouve sur la disquette "PSION SIBO OPL/G SOFTWARE DEVELOPEMENT KIT" sous le nom de `Hcopl sdk.zip`, ainsi que `Pkunzip.exe`. Il faut ensuite inclure le répertoire `HCOPLSDK\SYS` de la SDK dans le `PATH`, ce qui évite de copier les exécutables nécessaires à la programmation dans chaque répertoire de travail, où d'indiquer le chemin d'accès complet.

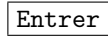
1.2 Compilation

Après avoir modifié le programme `diab.opl` sous un quelconque éditeur de textes, lancer le fichier `emet.bat` sans argument. Si `diab.opl` a été renommé, modifier `emet.bat` en conséquence. Ce dernier appelle `HHTRAN` et `OL` (supposés être dans le `PATH`). Sauf erreur, un fichier `diab.opa` devrait être créé. Les erreurs détectées à la compilation sont uniquement d'ordre syntaxique.

1.3 Transfert et installation sur le PSION

1.3.1 Configuration de la liaison série

Les transferts entre PC et PSION sont effectués via la ligne série par le logiciel `MCLINK`. Ce dernier cherche à communiquer par défaut sur le port `COM3`. Visiblement, le port `COM1` serait candidat pour le remplacer. Si cette solution ne marche pas, il faut rediriger `COM3` vers `COM2`, ce qui nécessite une intervention de l'administrateur de la machine sur laquelle on travaille (ce problème ne se pose pas sur les systèmes mono-utilisateur où l'utilisateur est son propre administrateur).

Un câble série Psion "3 Link" doit relier le PSION à un des deux ports série du PC. Une fois la connexion physique réalisée, allumer le PSION, et sélectionner le sous-menu **Spécial / Liaison distante** du menu **Système**, ou appuyer sur  **L**. Sélectionner ensuite **Liaison distante Actif** et **Vitesse 9600** (cf. figure 1.1), puis appuyer sur . La première fois que vous lancerez `MCLINK`, le message d'erreur représenté à la figure 1.2 s'affichera. Cliquez sur **Ignorer** afin de lancer le logiciel quand-même. Entrez la ligne suivante, cf. figure 1.3 (remplacer `p1` par `p2` si vous utilisez le port série `COM2`) :

```
set -p1 -b9600
```

Cette manipulation devra être réalisée au début de chaque session MS-DOS. Elle devrait pouvoir se faire, suivant ce qui est écrit dans la documentation de PSION, en ligne de commande, mais les arguments de celle-ci ne sont pas pris en compte.

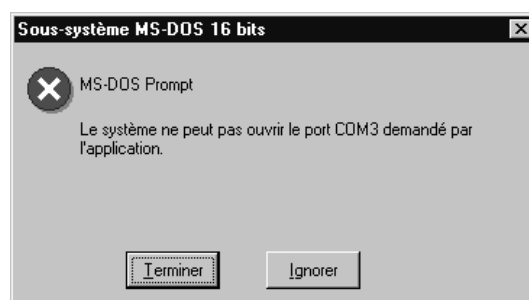
FIG. 1.1 – Menu *Liaison distante* du PSION

FIG. 1.2 – Erreur COM3

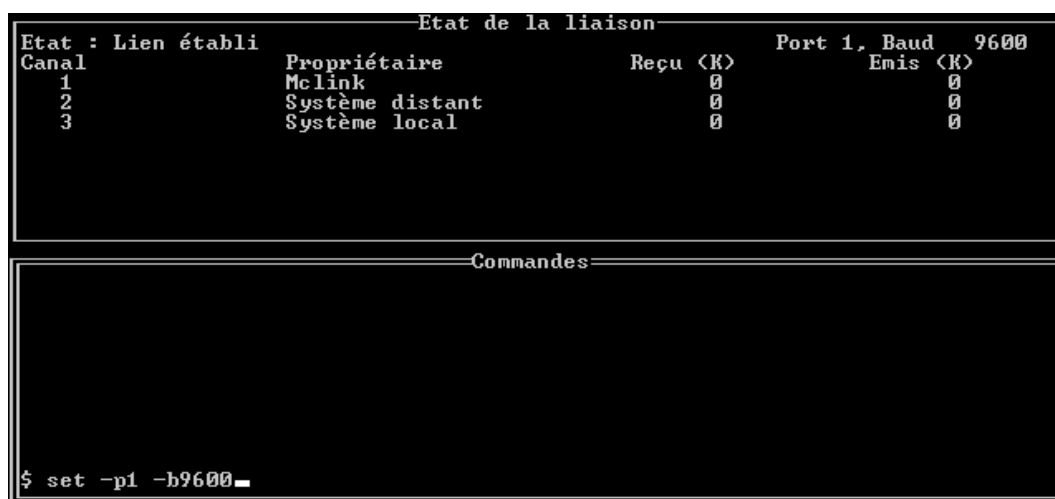


FIG. 1.3 – Configuration de MCLINK

1.3.2 Transfert des fichiers

Lors du premier transfert du PC vers le PSION, placez vous dans un répertoire qui doit contenir les fichiers suivants :

- diab.opa
- icon.pic
- part.h.txt et part.r.txt
- regle.h.txt et regle.h.txt

Lancez ensuite le fichier `instal.bat` qui copie ces fichiers vers le disque interne du PSION, (le premier dans le répertoire `APP` et les autres dans le répertoire `DIAB`).

D'une manière plus générale, le transfert de fichiers se fait (sans passer par ces fichiers `.bat`) en lançant `MCLINK` et en tapant les commandes :

- `copy rem::m:\RepertoirePsion\fichiers RepertoirePC` pour un transfert du PC vers le PSION ;
- `copy RepertoirePC\fichiers rem::m:\RepertoirePsion` pour un transfert du PSION vers le PC.

1.3.3 Installation de l'application

Une fois les fichiers copiés sur le PSION, sélectionner le sous-menu **Appli / Installer application** du menu **Système** du PSION (ou  ) , et choisissez `Diab.opa` (cf. figure 1.4). L'application peut alors être lancée.

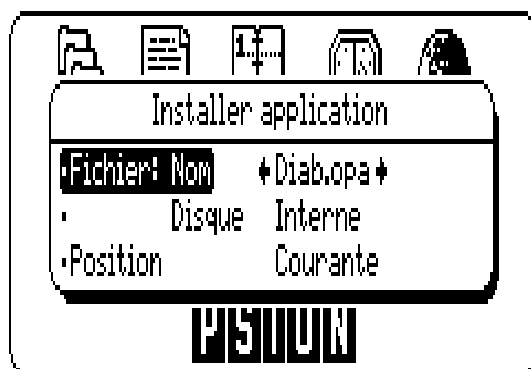


FIG. 1.4 – Installation de l'application *Diabete* sur le *PSION*

1.3.4 Modification du programme

Si après une nouvelle compilation, vous voulez transférer `Diab.opa`, lancez `emet.bat` après avoir quitté et retiré l'application *Diabete* (menu **Appli** du PSION). Une fois le transfert effectué, installez encore une fois l'application.

1.4 Emulateur

En phase de développement et surtout de debugage, il devient vite fastidieux de désinstaller l'application du PSION, de transférer le fichier `Diab.opa` et de réinstaller l'application. Il existe un émulateur

(nom de l'exécutable **EHWIM.EXE**) fonctionnant sous DOS. Avant de le lancer, si votre répertoire de travail se nomme **g:\diab**, tapez les lignes suivantes :

```
subst m: g:\diab  
subst b: g:\diab
```

Noubliez pas, lorsque votre session est terminée, d'annuler ces substitutions par les commandes :

```
subst m: /d  
subst b: /d
```

Cet émulateur est abondamment bugé, mais peut être pratique pour la mise au point d'une interface graphique par exemple. Les touches **F1** à **F8** remplacent les touches de la barre de menus du PSION. **F9** correspond à la touche **Menu**.

Chapitre 2

Programme

2.1 Constantes

Nous décrirons ici les constantes ayant une signification logique, celles que le programmeur peut paramétrer. Les constantes liées uniquement à la programmation interne (par exemple les indices de tableaux ou les codes de touches) sont commentées dans le code. De même, nous ne présenterons pas les constantes liées à l'interface graphique.

2.1.1 Constantes relatives à l'insuline

MAX_LENTE dose maximale d'une injection d'insuline lente

MAX_RAPIDE dose maximale d'une injection d'insuline rapide

MIN_LENTE dose minimale d'une injection d'insuline lente

MIN_RAPIDE dose minimale d'une injection d'insuline rapide

NB_MAX_INJ_LENTE nombre maximum d'injections d'insuline lente par jour (pour borner la taille des tableaux)

pht0t2L_DEFAULT pourcentage par défaut du pouvoir hypoglycémiant de l'insuline lente aux temps t_0 et t_2 (voir [3])

pht0t2R_DEFAULT pourcentage par défaut du pouvoir hypoglycémiant de l'insuline rapide aux temps t_0 et t_2 (voir [3])

t0L_DEFAULT, t1L_DEFAULT, t2L_DEFAULT, t3L_DEFAULT valeur par défaut des temps t_0 , t_1 , t_2 et t_3 (en secondes) pour l'insuline lente (voir [3])

t0R_DEFAULT, t1R_DEFAULT, t2R_DEFAULT, t3R_DEFAULT valeur par défaut des temps t_0 , t_1 , t_2 et t_3 (en secondes) pour l'insuline rapide (voir [3])

2.1.2 Constantes relatives aux SIF

NbEntPartHors nombre maximal de centres de sous-ensembles flous total pour le SIF postprandial

NbEntPartRep nombre maximal de centres de sous-ensembles flous total pour le SIF préprandial

NbEntreeHors nombre d'entrées du SIF postprandial

NbEntreeRep nombre d'entrées du SIF postprandial

NbEntRegle nombre maximal d'entées par règle

NbErRegleHors nombre de valeur de vérité à calculer pour tous les sous-ensembles flous de toutes les règles du SIF postprandial

NbErRegleRep nombre de valeur de vérité à calculer pour tous les sous-ensembles flous de toutes les règles du SIF préprandial

NbInterval nombre maximal de sous-ensembles flous par entrée
NbPartCl nombre de sous-ensembles flous pour la conclusion
NbRegleHors nombre de règles du SIF postprandial
NbRegleRep nombre de règles du SIF postprandial

2.1.3 Bornes des variables à saisir

EntPsion nombre de variables quantifiées entrées par l'utilisateur sur le Psion (**G1**, **Eff**, **Prev**)
MaxEff valeur maximale de **Eff**
MaxG1 valeur maximale de **G1**
MaxPrev valeur maximale de **Prev**
MinEff valeur minimale de **Eff**
MinG1 valeur minimale de **G1**
MinPrev valeur minimale de **Prev**
NbentreeApp nombres d'entrées liées à l'apprentissage (variables numériquement quantifiées et 2 Oui/Non)

2.2 Variables

L'utilisation des variables globales est abondante en OPL. Contrairement à de nombreux autres langages, elles sont déclarées dans les fonctions. Une variable globale est visible depuis toute fonction appelée par la fonction où elle est déclarée, ou par toute fonction appelée par une fonction où la variable est visible.

2.2.1 Variables relatives aux injections d'insuline

heureR1& heure de l'avant-dernière injection d'insuline rapide
heureR2& heure de la dernière injection d'insuline rapide
hInjL& tableau contenant les heures (en secondes après 0h00) d'injections d'insuline lente d'une journée
hR1BCK& sauvegarde, lors de la saisie d'une nouvelle injection, de **heureR1&**
nbInjL% nombre d'injections d'insuline lente par jour
pht0t2L pourcentage du pouvoir hypoglycémiant de l'insuline lente aux temps t_0 et t_2 (voir [3])
pht0t2R pourcentage du pouvoir hypoglycémiant de l'insuline rapide aux temps t_0 et t_2 (voir [3])
qteL tableau des doses d'injections d'insuline lente d'une journée
qteR1 dose de l'avant-dernière injection d'insuline rapide
qteR1BCK sauvegarde, lors de la saisie d'une nouvelle injection, de **qteR1**
qteR2 dose de la dernière injection d'insuline rapide
t0L&, t1L&, t2L&, t3L& valeur des temps t_0 , t_1 , t_2 et t_3 (en secondes) pour l'insuline lente (voir [3])
t0R&, t1R&, t2R&, t3R& valeur des temps t_0 , t_1 , t_2 et t_3 (en secondes) pour l'insuline rapide (voir [3])

2.2.2 Variables (tableaux) relatives à la structure des SIF

ContribH contributions des règles du SIF postprandial pour la dernière prédiction
ContribR contributions des règles du SIF préprandial pour la dernière prédiction
EntHors valeurs des entrées du SIF postprandial
EntRep valeurs des entrées du SIF préprandial
MuHors degrés d'activation de chaque sous-ensemble flou pour le SIF postprandial
MuRep degrés d'activation de chaque sous-ensemble flou pour le SIF préprandial
pDroiteH valeurs droites des trapèzes des sous-ensembles flous des entrées du SIF postprandial

pDroiteR valeurs droites des trapèzes des sous-ensembles flous des entrées du SIF préprandial
pGaucheH valeurs gauches des trapèzes des sous-ensembles flous des entrées du SIF postprandial
pGaucheR valeurs gauches des trapèzes des sous-ensembles flous des entrées du SIF préprandial
pNbParH% le nombre de sous-ensembles flous de chaque entrée du SIF postprandial
pNbParR% le nombre de sous-ensembles flous de chaque entrée du SIF préprandial
pCl centres des sous-ensembles flous de la sortie
rClH valeurs des conclusions associées aux labels NTG, NG, ..., PTG pour le SIF postprandial
rClR valeurs des conclusions associées aux labels NTG, NG, ..., PTG pour le SIF préprandial
rEntH tableau à deux dimensions (simulées) contenant pour chaque règle du SIF postprandial, le numéro des entrées présentes dans la prémisse
rEntR tableau à deux dimensions (simulées) contenant pour chaque règle du SIF préprandial, le numéro des entrées présentes dans la prémisse
rNbEntH% nombre de variables considérées dans la prémisse d'une règle du SIF postprandial
rNbEntR% nombre de variables considérées dans la prémisse d'une règle du SIF préprandial
rValH% tableau à deux dimensions (simulées) contenant pour chaque règle du SIF postprandial, le numéro des sous-ensembles flous de l'entrée dont le numéro figure dans **rEntH**
rValR% tableau à deux dimensions (simulées) contenant pour chaque règle du SIF préprandial, le numéro des sous-ensembles flous de l'entrée dont le numéro figure dans **rEntR**

2.2.3 Variables relatives à l'apprentissage

AppGlob% booléen indiquant si l'apprentissage doit être effectué au prochain relevé
deltaGPr valeur prévue de ΔG
deltaGR valeur réelle de ΔG
TypeApp% type du SIF sur lequel l'apprentissage doit être réalisé

2.2.4 Autres variables

DansRep% booléen indiquant quel type de SIF est concerné par la prédiction
DeltaGl variation glycémique prédite
EntReel variables saisies sur le Psion
HeurePr& heure de la dernière prévision
Maxi tableau des valeurs maximales des entrées contenues dans **EntReel**
Mini tableau des valeurs minimales des entrées contenues dans **EntReel**
OldGl valeur de la glycémie lors de la dernière prévision
OldIns valeur du pouvoir hypoglycémiant lors de la dernière prévision
OldPrev valeur de l'activité physique prévue ou de la nature du repas prévue lors de la dernière prévision
Premier% booléen indiquant s'il s'agit de la dernière prévision (pour ne pas, dans ce cas, lancer l'apprentissage)
Txt\$ tableau contenant les valeurs saisies sous forme de chaînes
Veille% booléen indiquant si le Psion doit être mis en veille après la prévision

2.3 Fonctions

2.3.1 Initialisations

Init appelle les fonctions d'initialisation et initialise les variables restantes

InitAppr initialise les données relatives à l'apprentissage
InitCfg saisit le nom du patient, la date et l'heure
InitGfx initialise les coordonnées graphiques
InitIns initialise les paramètres des courbes du pouvoir hypoglycémiant, et ceux relatifs aux injections

2.3.2 Saisie des injections d'insuline

AffCfgL%:(i%) affiche (en vue de modifications) l'heure et le dosage de la $i^{\text{ème}}$ injection d'insuline rapide. Propose éventuellement d'afficher l'injection précédente ou suivante
AffInjR: affiche l'heure et le dosage des deux dernières injections d'insuline rapide
AjoutL: saisit l'heure et le dosage d'une injection d'insuline lente, et les ajoute à **hInjL** et **qteL**
CourbeL: configure la courbe du pouvoir hypoglycémiant de l'insuline lente. Affecte **t0L**, **t1L**, **t2L**, **t3L**, et **pht0t2L**
CourbeR: configure la courbe du pouvoir hypoglycémiant de l'insuline rapide. Affecte **t0R**, **t1R**, **t2R**, **t3R**, et **pht0t2R**
CorrectR: propose de corriger le dosage de la dernière injection ou de l'annuler
IndMin%: renvoie l'indice de **hInjL** contenant l'injection la plus tôt
InjectR: notifie une injection d'insuline rapide. L'heure de l'horloge interne est mémorisée, le dosage est demandé au patient. Quand les variables de la dernière injection viennent remplacer celles de l'avant-dernière, l'heure et le dosage de l'avant-dernière sont conservées temporairement en vue d'une annulation éventuelle par la fonction **CorrectR**
SupprL: propose la suppression d'une injection d'insuline lente en affichant toutes les heures d'injections, puis modifie **hInjL** et **qteL** en conséquences
TrierL: trie les tableaux **hInjL** et **qteL** par ordre croissant d'heure d'injection

2.3.3 Calcul du pouvoir hypoglycémiant

IEL: renvoie le pouvoir hypoglycémiant relatif aux deux dernières injections d'insuline lente
IELPart:(dT, qte) renvoie le pouvoir hypoglycémiant d'une injection d'insuline lente de dosage *qte* effectuée il y a *dT* secondes
IER: renvoie le pouvoir hypoglycémiant relatif aux deux dernières injections d'insuline rapide
IERPart:(dT, qte) renvoie le pouvoir hypoglycémiant d'une injection d'insuline rapide de dosage *qte* effectuée il y a *dT* secondes

2.3.4 Système d'inférence

CalcMuH: calcule le degré d'appartenance des entrées du SIF postprandial aux sous-ensembles flous correspondant. Les résultats sont mémorisés dans **MuHors**
CalcMuR: calcule le degré d'appartenance des entrées du SIF préprandial aux sous-ensembles flous correspondant. Les résultats sont mémorisés dans **MuRep**
DegAct:(r, s) retourne le degré d'activation de la règle *r* pour le SIF *s*
PredicH: renvoie la prévision de ΔGl pour le SIF postprandial
PredicR: renvoie la prévision de ΔGl pour le SIF préprandial

2.3.5 Gestion des fichiers

Entete:(fic, codefic) écrit dans le fichier *fic* l'entête correspondant au code de fichier *codefic*
EnrFic:(Adr, Lg) enregistre dans le fichier **FicPatient** le contenu du buffer d'adresse *Adr* et de longueur *Lg*

Partitio: initialise les centres des sous-ensembles flous des entrées et de la conclusion avec les valeurs contenues dans les fichiers **FicPartHors** et **FicPartRep**. Remplit les tableaux **pCl**, **pGaucheH**, **pDroiteH**, **pNbPartH**, **pGaucheR**, **pDroiteR** et **pNbPartR**

Regle: initialise les valeurs des entrées et de la conclusion de chaque règle floue des SIF. Remplit les tableaux **rEntH**, **rValH**, **rClH**, **rEntR**, **rValR** et **rClR**

Sauv: remplit un buffer contenant les données à enregistrer et appelle **EnrFic** qui effectue la sauvegarde effective

Verif: vérifie l'existence du répertoire **Rep** et des fichiers **FicPartHors**, **FicPartRep**, **FicRegleHors** et **FicRegleRep**. Termine le programme dans le cas contraire

Annexe A

Captures d'écrans

Les images du Psion sont dans un format Bitmap spécifique (une description du format de fichier peut être trouvée à l'URL <http://www.davros.org/psion/psionics/bitmap.fmt>). L'extension de ces fichiers est `.pic`. Une capture se fait sur le psion en pressant les touches `⌘`, `Maj`, `Ctrl` et `S`. Un fichier nommé `screen.pic` est alors créé à la racine du Psion. Si cette combinaison de touches est à nouveau pressée, l'ancien fichier `screen.pic` sera écrasé par le nouveau. On doit donc transférer l'image vers le PC après chaque capture.

L'émulateur permet aussi de réaliser des captures d'écrans par la combinaison de touches `Alt`, `Ctrl`, `Shift` et `S`. Un numéro de fichier est incrémenté à chaque fois et permet d'enchaîner les captures.

Les fichiers `.pic`, une fois transférés sur PC, peuvent être convertis en images `PCX` par le programme `WSPCX` par l'appel suivant :

```
wspcx -W fich.pic
```

Un fichier `fich.pcx` est alors créé. Il peut ensuite être éventuellement converti dans d'autres formats par divers logiciels.

Bibliographie

- [1] Psion PLC. *Psion Series 3, Manuel de programmation*, 1991.
- [2] Psion PLC. *Psion OPL/g Software developer*, 1993.
- [3] Franck Sajous. *Modélisation floue des variations glycémiques, Rapport de stage*, Septembre 2000.
- [4] Franck Sajous. *Modélisation floue des variations glycémiques, Manuel utilisateur*, Septembre 2000.