

Tester des algorithmes. (Fin)

Il n'est pas utile de vous prendre par la main pour tester tous les autres algorithmes qui sont déjà disponibles en EEPROM, et encore moins d'expérimenter avec vous les 73 programmes décrits dans les mini-fiches. On va se quitter sur quelques manipulations de plus puis ce sera à vous de tester tous les autres programmes. Enfin, et je n'en doute pas, vous allez avoir forte envie de créer vos propres algorithmes ... surtout ne pas hésiter à les publier sur l'Internet ...

► Exercice de révision. (Suite)

Page 27 en bas nous sommes restés sur un problème. Visiblement à 62 cycles le programme s'arrête et le carrousel ne correspond pas du tout à ce qui est prévu quand on l'observe en mode GRILLE. 9) Trouvez l'origine de ce problème ! (Solution en bas de cette page.)

- 10) CHARGER le programme Utilisateur référencé 029.
- 11) Conditionner le BARILLET comme précisé sur la mini-fiche.
- 12) Déclencher le RUN. Contrairement à ce qui est précisé sur la fiche il faut 69 cycles au lieu de 67. (J'ai certaine mal lu le compteur sur la machine électromécanique. Il est possible que sur d'autres algorithmes il y ait également des divergences. Par exemple j'ai placé la Tête de L/E plus à gauche que présenté sur la fiche etc.)
- 13) Comme dernier exemple, je vous propose de CHARGER 052.
- 14) Forcer l'ensemble du BARILLET à "B" et L'Origine ainsi que la Tête de L/E sur le pion n°1. Initialiser ce pion à l'état "1".
- 15) Dans Analyse valider Verif NON F et dans le Menu de BASE activer Infos RUN. Imposer une BORNE à 60 cycles.
- 16) Enfin valider Tmp Réel dans les OPTIONS.
- 17) Engager RUN, accepter de continuer avec BP3, puis une touche quelconque pour déclencher le processus. Il faut plusieurs secondes pour que le carrousel soit affiché ... normal ! ($\approx 4,7s$ par cycle.)
- 18) Cliquer sur BP1 jusqu'à ce que la LED s'illumine en vert.
- 19) Lorsque 35 cycles environ sont réalisés, cliquer sur BP5. Presque immédiatement on sort à 60 cycle.
- 20) Annuler la BORNE et relancer le processus. La temporisation est annulée, car avec BP5 en (19) on a imposé la cadence maximale et toute option utilisée durant l'exécution reste mémorisée.

Supprimer la BORNE bande de Dudules et de Dudules !

Apprendre à utiliser la Machine de Turing autonome.







Bien que le didacticiel qui présente la version autonome de la petite Machine de Turing explicite toutes les fonctions et décrit toutes les pages-écran, *ce n'est pas un tutoriel* qui comme celui de la Machine ÉLÉMENTAIRE propose des exercices pour découvrir toutes les facettes d'utilisation de cet appareil. Ce document est son équivalent. Les exercices qui le composent supposent que la mémoire EEPROM a été initialisée avec les données de départ et n'ont pas encore été modifiées. Dans ce cas, l'écran affiche l'Hommage à Alan Turing de la Fig.1 avec les dates de sa naissance et de sa triste perte.





► Annuler cet hommage dans les options.


Expérimenter les nombreuses fonction du petit appareil va obligatoirement nous obliger à effectuer de nombreux redémarrages. Si à chaque fois on doit cliquer sur le B.P.C. pour retrouver le MENU de BASE la procédure va rapidement devenir indigeste. Annulons cette option qui peut être rétablie à convenance :

MANIPULATIONS :

- 1) Cliquer sur le B.P.C. pour revenir au MENU de BASE.
- 2) Avec  sélectionner OPTIONS et valider avec .
- 3) Avec  sélectionner Accueil et valider avec .
- 4) Faire afficher NON avec le codeur rotatif et Valider avec .
- 5) Cliquer encore sur  pour revenir au MENU de BASE.
- 6) Provoquer un RESET pour vérifier que maintenant le redémarrage de la machine se fait sur son MENU de BASE.

Note : Le symbole  indique qu'il faut cliquer sur le bouton poussoir central du codeur rotatif. (B.P.C.) Le dessin  pour son compte précise qu'il faut tourner le codeur rotatif.

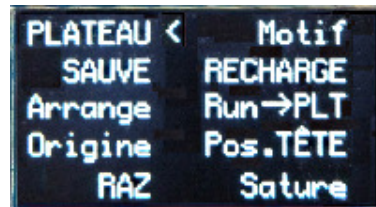
Le menu BARILLET.

A vant d'envisager de rédiger un programme, d'activer le déroulement d'un algorithme, il me semble plus judicieux d'apprendre à "regarder" la machine virtuelle, et de l'initialiser, c'est à dire disposer à notre convenance les BITS de donnée sur le carrousel. Toutes les manipulations proposées dans ce petit livret doivent se faire en parallèle avec la consultation de  NOTICE.pdf le **MANUEL** d'UTILISATION de la machine.

➤ Affichage GRAPHIQUE du BARILLET.

Fig.2

P réambule à toute utilisation de la machine : Pouvoir observer (*Et interpréter.*) le carrousel comme le ferait l'opérateur sur le prototype électromécanique.



MANIPULATIONS :

• Le **MENU** de **BASE** est affiché suite à l'exercice de la page 1.

1) Avec  sélectionner **BARILLET** et valider avec . On ouvre la Page-écran de la Fig.2 qui comporte 10 Items.

2) Si nécessaire sélectionner **PLATEAU** et valider avec .

S'affiche alors l'écran de la Fig.3 qui montre la zone de la machine proche de l'opérateur sur une largeur de 11 pions. Consulter impérativement le chapitre de la Fig.9 en page 4 du **MANUEL** pour observer tous les détails présentés à l'écran. Comme la machine n'a pas encore fonctionné, il est normal que **0 cycles** soit affiché et que la durée indiquée soit nulle.

NOTE IMPORTANTE : Deux carrousels virtuels coexistent sur l'appareil électronique. Celui qui est désigné par **INITIAL** correspond à la configuration des pions en situation de départ. Puis le **RUN** va modifier cet arrangement initial. Aussi, on pourra alors observer le **PLATEAU** après déroulement de l'algorithme. La première configuration est mémorisée et ne sera modifiée que par l'intervention de l'opérateur. Par contre, chaque **RUN** aura pour effet de changer l'état des pions ... sauf si l'algorithme ne contient aucune écriture, tout au plus des mouvements de rotation. L'exercice de la page 6 va nous faire tester ces comportements.

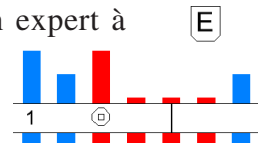
Tester des algorithmes.

L' EEPROM est remplie dans ses dix emplacements disponibles par des programmes Utilisateur ce qui vous évitera d'avoir à les rédiger. L'échantillonnage est celui du didacticiel sur la Machine ÉLÉMENTAIRE contenant divers exercices que naturellement vous pouvez consulter et expérimenter. On va terminer notre exploration par quelques exercices. Ensuite ce sera à vous d'imaginer des algorithmes astucieux et de les proposer sur la toile. *Commencez par imprimer les fichiers signalétiques des Algorithmes rangés dans le dossier <Fiches de PROGRAMMES>.*


➤ Exercice de révision.

Fig.13

P our clore cette formation qui fait de vous un expert à l'utilisation de la Machine de Turing AUTONOME on va se contenter de configurer cette dernière et de tester un ou deux algorithmes Utilisateurs déjà présents en EEPROM, le **028** pour commencer.



MANIPULATIONS :



- 1) L'exercice précédent nous ramène au **MENU** de **BASE**.
- 2) **CHARGER** l'emplacement **Pgm2**.
- 3) Conditionner le **BARILLET** en ne modifiant que le nécessaire : **Origine** en **3**, Tête de L/E en **6**, et les quatre BITS rouges comme sur la Fig.13 les autres pions bleus actuels restant inchangés.
- 4) Déclencher un **RUN** et imposer immédiatement le mode **GRILLE**. Le motif prévu par la fiche du programme se construit, puis la structure du carrousel n'évolue plus car les écritures ne font que confirmer les états déjà écrits. Utiliser  pour sortir de l'exécution car le programme n'a pas de "**F**".
- 5) Imposer la **BORNE** de valeur **62** qui va faire sortir automatiquement en un nombre minimal de cycles puis relancer.
- 6) Vérifier en mode **GRILLE** que le plateau est exactement celui issu de l'exécution précédente.
- 7) Affin de s'amuser, nous allons tester le programme de référence **054** que je vous laisse **CHARGER** depuis l'EEPROM. On va conditionner le carrousel pour exiger un maximum de cycles.
- 8) Forcer l'ensemble du plateau avec des "**1**". Puis imposer un "**B**" en position **56** et y placer la Tête de L/E. **Origine** en **1**.
- 9) Activer **RUN** ... *Glups, au lieu de 1598 cycles il n'y en a que 62 !*

Sauvegarde effacement des algorithmes.

EEPROM est un menu particulièrement facile à utiliser, que ce soit avec des algorithmes "standards" à onze transitions ou des programmes **ÉTENDUS**. Presque trop facile du reste, car on peut aisément "écraser" un emplacement si on ne fait pas attention à son contenu. Toujours bien réfléchir avant de valider. Ceci dit, si vous perdez un algorithme par étourderie, avoir à le recréer est certes un peu rébarbatif, sans pour autant se montrer vraiment lourd.

ATTENTION : le logiciel "ne pardonne pas". Que ce soit pour EFFACER ou pour SAUVEGARDER il ne vérifie pas si l'emplacement est libre, et BP3 effectue l'opération sans prévenir.


MANIPULATIONS :

- 1) Pour changer on se fait un RESET. (C'est le dernier promis !)
- 2) Activer EEPROM dont l'emplacement Pgm0 est indexé.
- 3) Valider avec  puis l'EFFACER en cliquant sur BP3. L'écran affiche le nouveau contenu de la mémoire non volatile. L'emplacement Pgm0 est vide car son attribut est ---. Cliquer sur une touche quelconque du clavier ramène au MENU de BASE.
- 4) Tenter de RECHARGER cet emplacement vide. Le programme fait trois BIPs sonores et retourne au MENU de BASE. On ne peut par recharger n'importe quoi.
- 5) L'algorithme a définitivement été effacé en EEPROM. Hors 001 est toujours présent, on peut le préserver à nouveau en mémoire non volatile si on le désire, puisqu'un emplacement est disponible.
- 6) Invoquer EEPROM toujours sur Pgm0 puis .
- 7) Déclencher SAUVEGARDER et accepter avec BP3. Le listage confirme que l'on a bien réinscrit 001 en Pgm0.

➤ Sauvegarde avec risque d'écrasement.

L'opérateur n'est jamais à l'abri d'une fausse manœuvre. Perdre un algorithme comprenant un grand nombre d'instructions est assez agassif, car il faut alors le recréer avec l'éditeur de programme.

MANIPULATIONS : (Suite)

- 8) Ouvrir à nouveau EEPROM, et "par erreur" indexer Pgm0. Puis valider avec . Avec SAUVEGARDER "écraser" sans le savoir l'emplacement par l'algorithme. En cliquant sur BP3 le programme inscrit en EEPROM sans prévenir que l'emplacement est occupé.

Le menu BARILLET. (Suite)

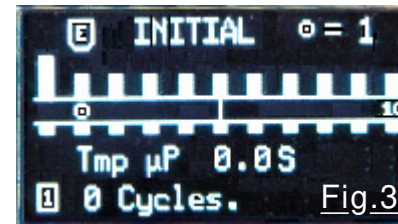




Fig.3

Manuel toujours ouvert à la page 4, on remarque en haut à droite que que l'Origine arbitraire symbolisée par  est sur le pion n°1. On peut également observer que la Tête de L/E se trouve également au dessus du pion repéré 1 sur le carrousel. Mais le symbole de l'Origine arbitraire  cache ce repère. Chaque fois que l'on désirera observer le résultat d'un traitement ou l'arrangement initial du carrousel, si la donnée n'est pas entièrement visible dans la fenêtre des onze pions, il faudra faire tourner manuellement le BARILLET.

MANIPULATIONS : (Suite)

- 3) Cliquer plusieurs fois sur le bouton bleu BP5 pour faire tourner le plateau vers la droite. Observer "les déplacements graphiques".
- 4) activer plusieurs fois sur la touche rouge BP4 pour faire tourner le plateau vers la gauche. "Contemplez les mouvements".
- 5) Enfoncer le bouton bleu BP5 et le laisser actif pour faire passer la rotation en répétition ... Et bien contrairement à la machine réelle électromécanique, ici ça ne fonctionne pas.

Il y a attente du relâcher puis le logiciel simule la rotation pour décaler d'un BIT. Aussi, si on désire observer le coté diamétralement opposé, il va falloir cliquer 28 fois !

Ce serait laborieux et malcommode. Aussi, on peut librement imposer des sauts de cinq pions ou d'un seul pion.

- 6) Remarquez en bas à gauche l'information "1" dans le petit carré. C'est le nombre de pas qui seront effectués quand on va cliquer sur BP4 ou BP5 pour faire tourner le carrousel.
- 7) Cliquer sur BP2. L'effet est presque invisible. Toutefois, actuellement le petit carré en bas à gauche contient "5".
- 8) Activer plusieurs fois BP4 ou BP5. Il devient très facile de "parcourir" toute l'étendue des pions du carrousel.

Avec ces exercices, nous avons appris à observer le BARILLET présenté à l'écran sous forme d'une fenêtre graphique et à faire tourner le carrousel. Ce type d'affichage présente toutefois un gros inconvénient : *Nous n'avons pas une vue d'ensemble de la machine.*

Le menu **BARILLET**. (Suite)

➤ De Alan Turing à la quadrature du cercle !

Pour bien assimiler la représentation du **BARILLET** sous la forme d'une **GRILLE** rectangulaire, nous allons cheminer depuis le concept d'Alan Turing jusqu'à la représentation adoptée sur notre petit appareil électronique. Ce chapitre est pour le moins singulier, car nous allons ici réaliser la quadrature du cercle,

transformation que les mathématiciens ne savent pas faire. Plus

exactement, nous allons établir une

bijection entre 56 pions répartis régulièrement sur un cercle, et un damier rectangulaire à 56 cases. Initialement, on part du ruban de longueur infinie imaginé par le mathématicien, représenté sur la Fig.4 **A** et on commence par le limiter à 56 cases. Puis, on referme cette bande de papier sur elle-même pour former "un cercle". On aboutit à la représentation Fig.5 du carrousel en vue de dessus sur lequel on a exagéré les diamètres des pions. Pour "faire joli", on a colorié les éléments par paquets de huit pour en faire des OCTETS. C'est juste pour nous, car sur une machine de Turing les données ne sont pas formatées. On a de plus repéré les positions tous les cinq pions pour compléter les repérages.

Enfin, pour représenter sur l'afficheur l'ensemble du carrousel, on oublie la forme circulaire du disque. Comme représenté sur la Fig.4 **B** on a découpé la bande en 7 morceaux de huit caractères, un peu comme le fait une machine à écrire avec le retour chariot. On aboutit au rectangle de la Fig.5 sur lequel on renumérote les cases dans l'ordre. C'est le plateau vu de dessus.

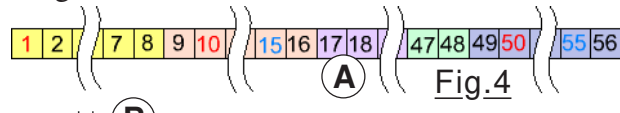


Fig.4

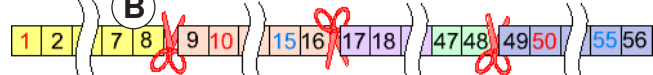


Fig.5

| | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 |
| 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 |
| 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 |
| 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 |

La fonction **PROGRAMME**. (Fin)

MODIFIER, RÉDIGER, EFFACER nous savons faire. Il reste encore à expérimenter la dernière fonction **FORMATER** de **PROGRAMME**. Cette aide à la programmation répond à un besoin assez particulier. Commencer par lire entièrement le chapitre intitulé

➤ **Un standard personnel** en page 16 du fichier **ArduinoTuring 2.pdf**.

L'exercice que je vous propose va consister à placer la Tête de L/E en position **50**, et un pion à l'état **"1"** sur l'origine qui se trouve en position **1**. On va "pousser vers le bas" l'ensemble des instructions.

| TR | E | R | T |
|----|---|---|---|
| 01 | 1 | | 2 |
| | 0 | | 2 |
| | B | | G |

Fig.11

| TR | E | R | T |
|----|---|---|---|
| 01 | 1 | 0 | 2 |
| | 0 | | G |
| | B | | |

Fig.12

Puis, pour la transition n°1 on codera comme proposé sur la Fig.12 pour que la tête vienne effacer ce BIT et reprendre le traitement actuellement en mémoire. (On efface de plus **2** et **G** de la Fig.11)

MANIPULATIONS :

- 1) Dans **PROGRAMME** on active **FORMATER** avec **OUI**.
- 2) Avec **MODIFIER** en Transition : **1** de **PROGRAMME** on corrige la première transition conformément à la Fig.12 donnée ci-dessus.
- 3) Invoquer **Pos.Tête** de **BARILLET** et indiquer **50**.
- 4) Activer **Arrange** pour forcer le BIT n°1 à l'état **"1"**.
- 5) Déclencher **RUN** avec un résultat identique à celui de l'exercice précédent. Le plateau à tourné jusqu'à ce que la lecture donne un **"1"** qui a été écrit en **"0"** puis en Tr02 l'algorithme a été réactivé.
- 6) L'algorithme initial contenait 8 transitions. On en a ajouté une, il n'en reste plus que deux de libres. Avec **MODIFIER** en Transition : **10** inscrire une écriture **"0"** par exemple. Faire pareil pour la dernière transition vide. Maintenant les onze transitions sont occupées.
- 7) Recommencer **FORMATER** avec **OUI**. Le logiciel analyse s'il reste au moins une transition libre et ici déclenche une alerte.

CONCLUSION : Quand on utilise la fonction **FORMATER** le logiciel affiche un teste d'erreur assortie d'un BIP sonore si la place est insuffisante. Même comportement en algorithme **ÉTENDU**.

La fonction PROGRAMME. (Suite)

MANIPULATIONS : (Suite)

- 12) Reprendre toutes les instructions pour remplacer les **G** en **D**.
- 13) **Sature** le **BARILLET** avec des "0".
- 14) Placer **Origine** et **Pos.TÊTE** en **1**.
- 15) **RUN ... ça MMMMAAAARRRRCCCCCHHHHEEEE !**

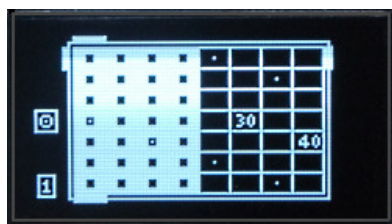
Avec l'expérience précédente, nous avons appris à rédiger entièrement un programme à partir de zéro. Puis nous avons expérimenté une technique pour sauvegarder un algorithme de taille "standard" en mode **ÉTENDU** et le récupérer en format "standard". On a également corrigé des instructions à convenance. En résumé, nous sommes autonomes et parfaitement capables de créer nos propres algorithmes et de les faire exécuter sur la machine virtuelle.

► Voler de nos propres ailes.

Chapitre maximal stressant, car je vous dégaîne une interro surprise ... et PAF ! Prenez un stylo, inscrivez la date et recopier le sujet de ce contrôle comptant pour l'obtention de votre diplôme : *Partant d'un carrousel entièrement rempli de "0" développer un algorithme au nombre minimal d'instructions aboutissant au résultat de la Fig.10 et ne contenant aucun "F" la sortie sera générée automatiquement sur Ligne VIDE.* Fig.10

Conseil : Commencer par un RESET.

Surtout on ne triche pas. Vous prenez une feuille de papier, une gomme, du café et vogue la galère. Étudiez votre programme, testez-le. Quand il fonctionnera comparez avec le mien.



| REMARQUES | | CORRIGÉ | | | |
|---|--|---------|---|---|-------|
| <p>Bien que l'énoncé soit assez élémentaire, cet algorithme contient quelques pièges. Par exemple la Fig.10 sous forme de GRILLE génère un mouvement de tête en "relatif". Du coup les mouvements doivent se faire vers la gauche. Pour terminer comme sur l'image, il faut que l'Origine et Pos.TÊTE soient toutes les deux initialisées en position 1.</p> | | 1 | G | B | TR1-0 |
| | | 2 | G | 1 | TR2-0 |
| | | 3 | G | 1 | TR3-0 |
| | | 4 | G | 1 | TR4-0 |
| | | 5 | G | 1 | TR5-0 |
| | | 6 | G | B | TR6-0 |
| | | 7 | G | B | TR7-0 |
| | | 8 | G | B | TR8-0 |
| | | 1 | G | B | |

Le menu BARILLET. (Suite)

► Affichage de type GRILLE du BARILLET.

Certes la représentation sous forme de grille rectangulaire d'une ligne circulaire est bien moins intuitive que la visualisation graphique. C'est toutefois la façon la plus rationnelle de présenter l'ensemble du carrousel, avec repérage de l'**Origine** et la position de la tête de L/E. Apprenons à observer ce carrousel en vue de dessus :

MANIPULATIONS :

- 1) Faire un RESET pour recommencer avec le **MENU** de **BASE**.
 - 2) Avec sélectionner **BARILLET** et valider avec .
 - 3) **PLATEAU** étant indexé, valider avec . On retrouve l'affichage de la Fig.3 avec la visualisation graphique.
 - 4) Cliquer sur **BP3** pour afficher le **PLATEAU** qui est "vierge".
 - 5) Faire tourner pour visualiser la présentation **GRILLE**. Le **MANUEL** d'utilisation est ouvert à la page 5. On peut comparer ce graphique avec le dessin de la Fig.5 sauf que seuls les repères "en 10" sont représentés. Les repères en "5" sont symbolisés par des points représentés en bleu sur la Fig.11 du **MANUEL**.
 - 6) Observez le repérage de la Tête de L/E sur la case **1** ainsi que l'**Origine arbitraire** sur la même position. Remarquer **P** dans le petit carré qui sera remplacé par quand on visualisera **INITIAL**.
 - 7) Cliquer sur **BP5** deux ou trois fois pour faire tourner à **Droite**.
- GLUPS ! Mais le curseur part à gauche !**
- 8) Activer **BP1** on obtient bien un **BIP** sonore ce qui confirme la validité du schéma de la Fig.12 du **MANUEL**.

L'explication de cette incohérence apparente est détaillée dans l'encadré rouge et jaune de la page 5 du **MANUEL**.

- 9) Cliquer sur **BP3** pour visualiser **INITIAL** indiqué par . On retrouve le carrousel moitié "0", moitié "1". On peut alors remarquer que les points des repères en "5" ne sont jamais "écrasés" par la représentation des états des pions. Par contre "0" ou "1" sont prioritaires sur *les chiffre "en 10" qui ne sont pas visualisés*.
- 10) Utiliser ainsi que toutes les touches du clavier pour devenir des experts en interprétation du visuel et en rotation du barillet.

Le BARILLET INITIAL et le PLATEAU.

Annoncé en page 2 nous allons effectuer un petit exercice pour bien comprendre ce que représentent ces deux carrousels.

- Par définition, **PLATEAU** désigne le carrousel avec l'état qu'il présente quand un algorithme vient d'être exécuté.
- Par convention, **INITIAL** désigne la configuration du **BARILLET** avant d'activer un **RUN**. *C'est un arrangement mémorisé qui sera recopié sur la machine à chaque déclenchement d'un RUN.*


MANIPULATIONS : (MANUEL ouvert en page4 / 5.)

1) **RESET** pour avoir le **MENU de BASE**.

2) Avec  indexer **BARILLET** et valider avec .

3) **PLATEAU** est sélectionné : Valider avec .



NOTE : Dans ③ ci-dessus **PLATEAU** fait référence au carrousel de la machine. Dans la fenêtre qui s'ouvre, c'est **INITIAL** qui s'ouvre car en entrée de cet Item il est "logique" de montrer l'état de la machine avant de déclencher une exécution de programme.


4) Tourner le  pour afficher la **GRILLE** : Sur un **RESET** qui ne charge pas automatiquement un **BARILLET** la moitié du carrousel est à l'état "0" et le reste à l'état "1". (*Tête et Origine sont en 1.*)

5) Cliquer sur **BP3** : La machine est entièrement à l'état "0".



6) Rotation du  pour afficher le **PLATEAU** : Après un **RESET**, le **PLATEAU** est entièrement effacé, donc ne contient que des "0".

7) Activer  pour revenir **MENU de BASE**.

8) Cliquer deux fois sur  à un intervalle ≈ 2 secondes : Le programme Référence **001** était en mémoire. Comme **RUN** était indexé dans **MENU de BASE** le premier  à déclenché l'exécution et le deuxième stoppé le processus avec affichage du **PLATEAU**.

9) Tourner le  pour présenter la **GRILLE** du **PLATEAU** : Il n'est plus vierge et contient maintenant un **INITIAL** "modifié par" **RUN**.

10) Pression sur  pour sortir,  pour indexer **BARILLET**.

11) Cliquer deux fois sur  pour revenir à l'affichage du carrousel. Rotation  pour présenter la **GRILLE** d'**INITIAL** :

La fonction PROGRAMME. (Suite)

Fig.10

MANIPULATIONS : (Suite)

1) Activer la fonction **BARILLET** suivi de **Origine** et conformément à *la Fig.9 qui représente l'état final* imposer la valeur **1**.

2) Puis imposer une **Pos.TÊTE** de **1** pour la placer au dessus du premier BIT qui sera modifié. On va maintenant Arranger les pions.

3) Activer **Sature** et remplir avec des "0" conformément à ce que nous avons prévu.

4) Il ne reste plus qu'à soumettre cette structure à l'exécution de l'algorithme avec **RUN** et voir ce que ça donne.

Saperlipopette, on a fait tourner le plateau dans le mauvais sens !

5) Heureusement que l'on peut corriger. Il va falloir remplacer tous les **G** par des **D** avec **MODIFIER** à partir de la transition n°1. Mais il se fait tard, on patauge depuis ce matin et on sature. Aussi, on va aller se coucher pour un repos bien mérité. Aussi, on va sauvegarder en **EEPROM** sans rien écraser. il se trouve que le programme étendu ne contient rien : **OPTIONS**, **ÉTENDU**, accepter, puis dans le **MENU de BASE** terminer par **EEPROM** et **SAUVEGARDER**. Accepter. On débranche l'alimentation et *on va se faire un gros dodo bien mérité* ... À demain ...

6) Bien dormi ? Chic chic chic, on rebranche notre petite machine de Turing en énergie et on impose le mode **ÉTENDU**.

7) On récupère notre algorithme : **EEPROM** suivi de **CHARGER**.

8) On revient au mode standard en annulant **ÉTENDU**. La page initiale affiche **000** mais le programme est bien en place.

9) On tente **RUN**. Le logiciel génère le message d'erreur logique puisque **000** correspond à une mémoire programme vide.

10) On ouvre le **MANUEL** à la page 17 et on applique le protocole du chapitre intitulé *➤Changer la référence de l'algorithme :* **PROGRAMME**, **RÉDIGER**, et donner la référence **123**.

11) On se doute que pour **EFFACER** le **PGM** on va indiquer **NON**.

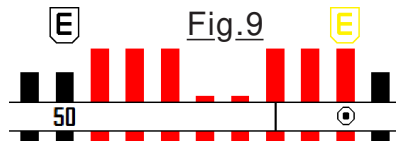
NOTE IMPORTANTE : Retenir la procédure comprise entre les actions (5) et (11) qui permet de sauvegarder un algorithme standard en mode **ÉTENDU** et de le récupérer en format standard.

| | | | |
|-------|---|---|---|
| TR1-0 | 1 | G | 2 |
| TR2-0 | 1 | G | 3 |
| TR3-0 | 1 | G | 4 |
| TR4-0 | B | G | 5 |
| TR5-0 | B | G | 6 |
| TR6-0 | 1 | G | 7 |
| TR7-0 | 1 | G | 8 |
| TR8-0 | 1 | G | 9 |
| TR9-0 | | | F |







La fonction PROGRAMME.

Incontournable, c'est elle qui ouvre *l'éditeur de programme* et qui permet d'écrire de nouveaux algorithmes ou de les modifier à convenance. En ayant pris le temps de consulter la page 16 et la page 17 du **MANUEL**, on va rédiger notre tout premier programme. Partant d'une machine dont l'intégralité du carrousel est saturée de "0" on va créer l'algorithme qui agencera la structure de la Fig.9 présentant en rouge la zone modifiée. En situation initiale la Tête de L/E sera positionnée sur le pion n°10.



MANIPULATIONS :

- 1) Réparer le bouton de RESET qui a un faux contact à force d'avoir été maltraité avec fébrilité et le tester.
- 2) Invoquer **PROGRAMME** puis **RÉDIGER**. Comme référence proposons **123** wouachement original. Puis on accepte d'effacer le programme **001** actuellement en mémoire en cliquant sur .
- 3) Avec **BP5** aller sur [TR 01 0]. Avec  inscrire un **1**, passer à la cellule voisine avec **BP5** et consigner un **D**. Enfin terminer la ligne en imposant de transiter en **2**. Passer à la transition suivante en cliquant sur **BP1**. Aller sur la cellule [TR 02 0]. Inscrire les trois valeurs **1,D,3** puis **BP1** et recommencer en [TR 03 0] avec un saut imposé en transition **4**.
- 4) Pour les deux transitions qui suivent toujours sur la ligne de lecture "0" inscrire respectivement **B,D,5** et **B,D,6**.
- 5) Enfin, pour les trois transitions suivante recommencer comme pour les trois premières avec naturellement à chaque fois un saut sur la transition suivante. (*Le programme est listé en Fig.10*)
- 6) Pour terminer, sur [TR 10 0] imposer un "F" et sortir avec .
- 7) On va vérifier notre algorithme. Dans ce but **PROGRAMME** suivi de **MODIFIER** et **Commencer en 1**. Cliquer sur  pour faire lister l'algorithme actuel. Éventuellement cliquer sur **BP2** pour effacer l'index de position d'écriture. Chaque clic sur **BP1** va faire afficher la transition suivante. Quand l'ensemble est correct utiliser le bouton du codeur incrémental ou trois fois **BP1** pour revenir au **Menu de BASE**. Il nous reste à conditionner le carrousel avant de pouvoir tenter d'exécuter ce superbe algorithme.

Le BARILLET INITIAL et le PLATEAU. (Suite)











On retrouve *la configuration* arrangée par l'opérateur avant de déclencher un **RUN**. Cette dernière *sera conservée tant que le programmeur ne la modifiera pas* par des consignes.

- 10) Cliquer sur **BP3** pour présenter la GRILLE du **PLATEAU** : Elle ne sera pas modifiée tant qu'un nouveau **RUN** ne sera pas validé.

➤ Récupérer PLATEAU dans INITIAL.

L'univers d'exploitation de ce petit ancêtre des énormes calculateurs actuels est pratiquement illimité. Il est tout à fait envisageable et particulièrement séduisant de vouloir *associer deux algorithmes, le deuxième utilisant comme données de départ le résultat du premier après son traitement*. Il suffit de recopier dans **INITIAL** les 56 états de **PLATEAU**. C'est particulièrement indigeste, et en outre il faut en préambule les noter sur une feuille de papier. Une fonction est prévue dans ce but dans le menu **BARILLET**.

MANIPULATIONS :

- 1) Les manipulations de la page 6 précèdent celles qui vont suivre.
- 2) Activer  pour revenir **MENU de BASE**.
- 3) Avec  indexer **BARILLET** et valider avec .
- 4) Rotation du  pour indexer l'Item **Run → PLT**.
- 5) Valider avec . Le logiciel d'exploitation de la machine nous demande confirmation : Sélectionner **OUI** avec  suivi de .
- Pour information, la confirmation fait afficher la configuration du **PLATEAU** qui a été recopié dans **INITIAL** sous forme de GRILLE car c'est la page qui présente l'ensemble des 56 BITS.
- 6) Activer  pour revenir **MENU de BASE**.
- 7) Pour vérifier, revenir sur **BARILLET** et valider. Puis invoquer l'Item **PLATEAU**. Enfin  pour afficher la GRILLE.
- 8) Cliquer plusieurs fois sur **BP3** pour alterner entre  et **P**. Les deux configurations sont identiques. **Attention, la tête de L/E s'est déplacée dans PLATEAU. Lors de l'utilisation du deuxième algorithme il faudrait la repositionner** et éventuellement revoir l'**Origine** arbitraire.

Préparer le BARILLET INITIAL.













Trois éléments dont **deux sont fondamentaux** vont définir l'organisation du carrousel INITIAL et ainsi conditionner le comportement de la machine quand on va déclencher un RUN :

- **La répartition des états** "B", "0" et "1" des 56 pions,
- **La position de la Tête de L/E au démarrage** de l'exécution,
- La position de l'Origine arbitraire. Cette dernière n'a aucun effet sur le déroulement du PGM. C'est un simple repère utilisateur.

➤ Positionner l'Origine arbitraire et la Tête de L/E.

Faisant appel à deux items différents de la Fig.2, ils utilisent un protocole totalement analogue, car dans les deux cas on désire indiquer une valeur comprise entre 1 et 56.

MANIPULATIONS :







- 1) RESET pour avoir le MENU de BASE.
- 2) Avec  indexer BARILLET et valider avec .
- 4) Rotation du  pour indexer l'Item Origine suivi de .
- 5) Par exemple on désire la placer en 44. Le MANUEL est ouvert en page 8. Tourner  pour augmenter la valeur à 4. Cliquer sur BP5 pour Increment = 10 et sur BP3 ... pour nous réveiller !
- 6) Augmenter à 44 en utilisant  et entériner avec .
- 7) Revenir à l'affichage de INITIAL en mode GRILLE. On vérifie bien que le curseur est juste avant le point de la position 45.
- 8) Tourner  pour faire afficher le mode graphique : On constate que le visuel n'a pas changé : *Origine ne fait pas tourner le carrousel.*
- 9)  pour avoir le MENU de BASE et effectuer les manipulations pour indexer Pos.TÊTE dans le menu BARILLET suivi de .
- 10) Reprendre entièrement la procédure précédente pour placer la Tête de L/E en position 33 par exemple.
- 11) Répéter les commandes pour faire afficher le carrousel en mode GRAPHIQUE. On observe que *changer la position de la Tête de L/E fait tourner le carrousel.* En haut à droite le symbole  confirme bien que l'Origine est en position 44.
- 12) Activer  pour retourner au MENU de BASE.

Le menu des OPTIONS. (Fin)

Avant d'expérimenter les deux fonctions annoncées, il me semble important de vous faire remarquer que Verif NON F et Vf NON Utl. sont cumulatifs et ne s'excluent pas mutuellement. Ainsi on peut activer l'un, l'autre ou simultanément les deux.

➤ Le sous menu des options Analyse. (Suite)

MANIPULATIONS :

- 1) Pour montrer notre obstination bornée : RESET !
- 2) Dans le sous-menu Analyse activer l'Item Verif ECR doublon avec . Le résultat est immédiat et pour en comprendre l'information on consulte le MANUEL en page 15. Chaque action sur une touche autre que BP3 fait indiquer le "doublon suivant".
- 3) Dans cet algorithme chaque transition en comporte un. En général, mis à part le cas particulier du programme Utilisateur référencé n°46 (*Voir sa fiche signalétique.*) c'est probablement une étourderie qui impose de faire un trou inutile sur la grille perforée. C'est au programmeur à analyser la situation. Dans cet exercice on se contente d'écourter le listage avec BP3 puis .
- 4) Encore dans Analyse invoquer l'Item Vf Tr / elle-même. Comme précisé dans le MANUEL c'est probablement une erreur. Dès que l'on valide la fonction, un processus de listage analogue au précédent débute. Sauf qu'ici il n'y a pas de problème.
- 5) Sans trop chercher à comprendre les manipulations qui vont suivre, revenir au Menu de BASE. Puis PROGRAMME suivi de MODIFIER et de  pour Commencer en 1.
- 6) Avec deux fois le BP5 aller sur la colonne T, puis avec  consigner 1. Cliquer trois fois sur BP1 et cinq fois sur BP5 pour Inscrire la valeur 4 avec le codeur rotatif suivi de  pour terminer.
- 7) Ouvrir à nouveau la fonction Vf Tr / elle-même. Immédiatement Tr1 pour la lecture d'un "1" est dénoncée. Cliquer par exemple sur BP4. Cette fois c'est Tr4 pour la lecture d'un "0" qui est en cause. N'importe quelle touche de plus nous permet de revenir au Menu de BASE quand on enfonce .

Toutes les possibilités disponibles dans le menu des OPTIONS et son sous-menu Analyse ont été expérimentées. Nous avons en tête l'inventaire des outils. Le reste n'est plus qu'une question d'expérience.

Le menu des **OPTIONS**. (Suite)

➤ Le sous menu des options **Analyse**.

Dans la liste, les quatre premiers Items ne sont que des aides éventuelles servant à la mise au point ou à la vérification des programmes. Logiquement elles ne seront mises à contribution que ponctuellement, lorsque le programmeur les estimera pertinentes.

MANIPULATIONS :

- 1) Commencer par **RESET** pour ne pas oublier comment on fait.
- 2) Titiller le clavier et le codeur rotatif pour que l'emplacement n°0 soit chargé au démarrage. (*Simple formalité maintenant.* 😊)
- 3) Réitérer ce qui a été fait en 1).
- 4) Dans le sous-menu **Analyse** activer l'Item du haut **Verif NON F** avec **OUI**, puis revenir au **Menu de BASE**.
- 5) Déclencher un **RUN**. Comme le programme **001** qui est chargé à la mise sous tension ne comporte pas de "**F**", l'opérateur en est averti. À lui de décider si c'est normal ou non. La touche **BP3** accepte, les autres refusent et ramènent à la page-écran initiale.
- 6) Tester les diverses possibilités puis aller valider le deuxième Item d'**Analyse** pour tester si des lignes de programme sont non utilisées.
- 7) Activer **RUN** et **BP3** pour accepter la poursuite du déroulement de l'algorithme. Le plateau tourne et le graphisme s'anime. Imposer une sortie forcée, puisque il n'y a pas de "**F**". Le verdict tombe. Bien que l'**HORLOGE** a effectué un grand nombre de cycles, l'instruction n°30 n'a jamais été visitée.

C'est une information sans plus, car ce phénomène est très fréquent. Toutefois, avec un algorithme compliqué à "tortiller", ce type de vérification peut s'avérer très utile comme aide au diagnostic. L'instruction n°30 est celle correspondant à une lecture d'un "**B**" en **TR 10**. N'oublions pas que le barillet par défaut ne contient que des "**0**" et des "**1**". Noter que *cette analyse ne peut se faire que durant le déroulement du programme*. C'est donc uniquement à sa sortie que l'information sera proposée à l'opérateur.

Toujours dans le cadre de l'analyse du contenu d'un algorithme, les deux fonctions que l'on va examiner dans ce qui suit sont de type intrinsèque, c'est à dire qu'elles effectuent leur traitement, rendent compte du résultat, sans avoir besoin d'engager un **RUN**.







Organiser le **BARILLET INITIAL**.

Pouvoir très facilement organiser les données sur les pions du carrousel est un impératif de convivialité et de qualité opérationnelle. C'est la raison pour laquelle pas moins de sept fonctions sont émulée pour satisfaire ce critère. La première consiste à organiser les **BITs** par moitié "**0**" et moitié "**1**" lors d'un **RESET**. La deuxième réside dans l'**OPTION** Item **RESET** qui permet de **RECHARGER** un barillet initial depuis l'**EEPROM** au **RESET**.

➤ Motif particulier pour le **BARILLET**.

Réprésenter le carrousel de la machine sous forme d'une **GRILLE** titille la muse pour s'amuser à créer librement des œuvres qui passeront à la prospérité. C'est surtout la possibilité d'agencer des combinaisons très visuelles pour effectuer certaines manipulations. La fonction **Motif** est devenue un luxe, et ce sera la première à effacer si une idée nouvelle imposait de faire de la place.

MANIPULATIONS :

- 1) Avec  indexer **BARILLET** et valider avec .
- 2) Rotation  pour indexer l'Item **Motif** suivi de . Pour ne pas risquer d'écraser l'arrangement actuel par erreur, il faut confirmer avec . (*Fuite :  pour faire afficher **NON**.*) Le programme présente le plateau en mode **GRILLE**.
- 3) Revenir au **MENU de BASE** et manipuler pour privilégier la visualisation d'**INITIAL** en mode **GRAPHIQUE**. Effectuer quelques rotations du plateau de la machine ... vous comprendrez pourquoi ce type d'arrangement est utile en développement.

➤ Initialiser le **BARILLET** avec **Run->PLT**.


Cette fonction a été décrite et expérimentée dans le chapitre **Récupérer PLATEAU dans INITIAL** de la page 7. Comme c'est l'une des sept façon de conditionner le carrousel, il est normal de la citer dans ce paragraphe. Toutefois, on se contentera ici de mentionner cette possibilité et on va enchaîner sur du plus "cossu".

Organiser le BARILLET INITIAL. (Suite)

➤ Effacer entièrement le carrousel avec RAZ.

A voir à replacer l'intégralité du plateau de la machine à "B" pour *repartir de zéro* est presque un pléonasme. Chaque fois que l'on désirera structurer une configuration particulière, on préférera souvent partir d'un carrousel "vierge".



MANIPULATIONS :

- 1) De façon routinière, revenir au MENU de BASE.
- 2) Comme la fonction Motif a forcé Origine et la position de la Tête de L/E en position 1, recommencer les manipulations pour placer Origine à 6 par exemple et la Tête de L/E en position 8.
- 3) Activer l'Item R AZ du menu BARILLET. Même comportement que pour Motif. Valider le OUI avec . Le programme présente le plateau en mode GRILLE. *On constate que RAZ ne modifie ni la position de l'Origine ni celle de la Tête de L/E.*

➤ Saturer une zone contigüe du carrousel.

Fille de la précédente, cette fonction permet de forcer des "B", des "0" ou des "1" pour tous les pions d'un secteur du plateau compris entre le pion n°DEBUT et le pion n°FIN. Pour cet exercice le MANUEL est ouvert à la page 6. *Cette fonction peut servir à compléter une configuration initiale et n'efface pas le carrousel.*

MANIPULATIONS : (Suite)




- 4) Faire un RESET pour créer à nouveau un carrousel "de base". Replacer Origine en 6 par et la Tête de L/E en position 8.
- 5) Activer la fonction Sature du menu BARILLET.
- 6) Par exemple on va indiquer 11 pour DEBUT. Cliquer sur BP3 puis tourner . Pas besoin de changer le pas P pour cette valeur.
- 7) Puis on va proposer 18 pour FIN. Cliquer sur BP3 puis tourner  dans le sens positif. On voit au passage que 56 recycle à 1.
- ✖ *Scratchhhh BOUM ! Dès que FIN devient égal à DEBUT les bornes sont forcées à 1 et 56 pour indexer tout le plateau.* ✔
- 8) On recommence, mais cette fois pour FIN on tournera dans le sens antihoraire. Et pour aller à 16 utiliser le BP5. Puis BP4 pour passer de 16 à 18. Ensuite BP3 et consigner DEBUT à 11.

Le menu des OPTIONS. (Suite)

MANIPULATIONS : (Suite)

- 10) Retour dans les options de RESET pour valider le chargement de la configuration BARILLET sauvegardée en EEPROM. Pour Num PGROGRAMME laisser /// ainsi l'option ne sera pas changée. Revenir au MENU de BASE puis faire un RESET.

Rassurez-vous. Dans tous ces exercices on veut très souvent voir ce que l'on retrouve à la mise sous tension. Par contre, en usage normal du petit appareil il sera très rare d'avoir à faire un RESET.

- 11) Activer BARILLET puis PLATEAU. Faire un pas avec . On retrouve l'œuvre époustouflante déjà admirée lors de l'exercice de la page 12, sauf qu'ici ce rechargement sera effectué à chaque mise sous tension ou redémarrage de l'appareil.
- 12) Quand on range notre petite merveille et qu'elle est oubliée pendant une longue période, il serait peut-être pertinent de prévenir l'opérateur de ce qui a été rechargé à la mise sous tension. Revenir au MENU de BASE, puis dans les OPTIONS indexer l'Item Analyse qui présente cinq nouvelles possibilités. Valider l'item du bas Info. RESET avec l'argument OUI. En tournant  vous allez constater que cette donnée n'est pas listée. Revenir encore et encore au MENU de BASE puis ... RESET !
- 13) On vérifie qu'à la mise en service, maintenant l'opérateur est averti des chargements automatiques effectués. Cliquer sur le clavier puis aller annuler cette consigne. Ne pas sortir des options.
- 14) Invoquer une fois de plus l'Item RESET. Comme programme à charger sélectionner 20Tr et pour le BARILLET la valeur OUI.
- 15) Redémarrer l'électronique. On observe que la référence 255 est indiquée. Elle est réservée aux algorithmes étendus. Faire afficher le contenu du BARILLET. On constate que c'est la structure "générique", la configuration de l'EEPROM n'a pas été chargée contrairement à la consigne OUI. Comme précisé dans le MANUEL, *le mode ÉTENDU ignore BARILLET en EEPROM.*
- 16) Revenir au MENU de BASE et activer PROGRAMME. Dans l'encadré la référence de l'algorithme est précisée. Valider l'Item MODIFIER. Pour la transition à afficher imposer 20. Quand on valide avec  le programme ne râle pas. *On est bien en mode ÉTENDU qui a été automatiquement initialisé sur RESET.*



Le menu des **OPTIONS**.

Durant les manipulations relatives au **RUN** nous avons déjà testé **PAUSES**, **Tmp Réel**, **Ralenti**, **V Maxi** qui permettent de préparer une exécution avant de la déclencher. Nous avons également testé **BORNE** et **JALONS** ainsi que le passage en Algorithme **ÉTENDU** en page 12 de ce tutoriel. Dans ce qui va suivre nous allons expérimenter les autres possibilités qui restent nombreuses. Inutile vous l'avez déjà compris de tester à nouveau **Accueil**.

➤ Les options de chargement sur **RESET**.


Jusqu'à présent, quand on effectuait un **RESET** on découvrait la machine virtuelle avec un plateau "mi figues mi raisins" et un programme référencé **001**. Cette configuration particulière résulte du fait que l'on ne charge pas un **BARILLET** sauvegardé en **EEPROM**, par contre on recopie l'algorithme d'emplacement n°0. Ces options ont été inscrites en **EEPROM** quand l'utilitaire **P00_Initialiser_EEPROM.ino** a été téléversé puis activé.

MANIPULATIONS :

- 1) On se le fait ce **RESET** ? (*Oui je sais, le bouton va être utilisé !*)
- 2) Dans le menu **OPTIONS** indexer **RESET** puis .
- 3) **MANUEL** ouvert en page 10 on révise le comportement du logiciel, puis en page 13 on se débrouille pour laisser Le **BARILLET** à **NON** et avoir **Num PROGRAMME** à **NON**.
- 4) On valide avec  puis retour au **Menu de BASE**.
- 5) Encore un **RESET**. (*Ben oui quoi !*)
- 6) **RUN** étant indexé, activer le programme de référence **000**. Comme par convention **000** signifie "zone algorithme effacée", il est normal d'obtenir un message d'erreur assorti d'un BIP sonore. Cliquer sur le clavier pour revenir au **Menu de BASE**.
- 7) Comme exemple on va charger le programme de référence n°34. Il nous faut connaître son emplacement : Activer le menu **EEPROM** on voit qu'il réside en emplacement **Pgm3**.
- 8) Sortir avec l'Item **Fuite** et dans le menu **OPTIONS** invoquer à nouveau **RESET**. Pour **Num PROGRAMME** sélectionner **3**.
- 9) Valider puis effectuer un petit **RESET** de plus. Maintenant dans le petit cadre c'est la référence 034 qui est indiquée. Pour le moment il n'est pas pertinent de tester cet algorithme.

Organiser le **BARILLET INITIAL**. (Suite)

MANIPULATIONS : (Suite)

- 9) Avec **BP1** suivi de  désigner "1" pour les états souhaités.
- 10) Valider l'option avec . Le programme visualise **INITIAL** en mode **GRILLE**. *On vérifie que **Sature** ne modifie ni la position de l'Origine ni celle de la Tête de L/E et le reste du carrousel n'est pas modifié* comme précisé dans le **MANUEL** en page 7.

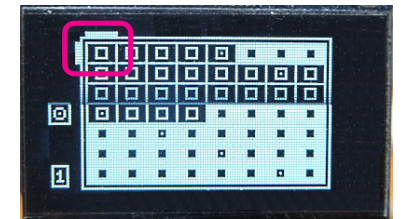
➤ La fonction **Arrange**.


Précisé en page 7 du **MANUEL** cette fonction octroie un maximum de souplesse car *elle permet **BIT à BIT** de configurer n'importe quel emplacement du carrousel*. Elle sert à créer ou à modifier un barillet car il n'y a pas d'effacement à l'ouverture.


MANIPULATIONS : (Suite)



Fig.6

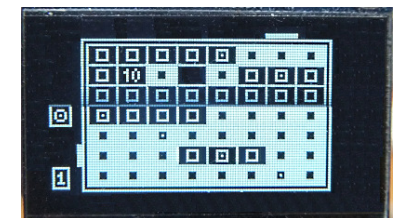
- 11) Activer la fonction **Arrange** du menu **BARILLET** qui ouvre la fenêtre de la Fig.6 qui présente le carrousel dans l'état correspondant aux manipulations précédentes. Dans cet affichage les curseurs de position de l'Origine ainsi que ceux de la Tête de L/E ne sont plus représentés car inutiles. *Les deux index indiquent la cellule dans laquelle se produira la modification* si on clique sur **BP1**, **BP2** ou **BP3**.



- 12) Avec  déplacer le curseur d'écriture en position 10 par exemple. Cliquer sur **BP1** : On "écrit" un "B" du coup le petit **10** devient visible. *Le curseur passe automatiquement sur la position suivante à droite*. **BP3** trois fois.

- 13) Entre ces trois **BITs** on désirait un "B", on s'est trompé : Corriger avec  deux pas en rétrograde et **BP1**.

- 14) On désire trois "0" entre les cellules 44 et 46 : **BP5** pour faire des pas de cinq pions. Avec six pas on saute en 43. Cliquer sur **BP4**  puis un pas avec  suivi de trois fois **BP2**. On aboutit au résultat de la Fig.7 et l'on a compris comment procéder pour créer n'importe quelle nouvelle configuration ou modifier à convenance l'existant.
















Organiser le BARILLET INITIAL. (Fin)

➤ SAUVEgarder ou RECHARGER le BARILLET.

Deux fonctions bien commodes quand on éprouve des difficultés à faire fonctionner un algorithme récalcitrant qui de plus impose des conditions initiales du plateau assez "charnues". Le plus simple est encore de tester ces deux fonctions, toutefois **notez au passage qu'elles sont interdites en mode Machine ÉTENDUE.**

MANIPULATIONS :

- 1) RESET pour repartir dans des conditions initiales.
- 2) Avec  et  activer **RECHARGE** du menu **BARILLET**.
- 3) Le logiciel désire une confirmation par l'argument **OUI**.
- 4) Confirmer avec . La configuration chargée depuis l'EEPROM dans **INITIAL** est affichée à l'écran. C'est un cas typique d'œuvre artistique qui passera dans la postérité. *(En réalité, cet aspect visuel particulier en mode GRILLE a considérablement aidé à développer ce type d'écran et son utilisation avec **RUN**. Ce n'est pas qu'un simple délire de programmeur ... à vous maintenant de peindre la Joconde !)*
- 5) La LED clignote en vert, c'est donc avec l'une quelconque des touches du clavier que l'on revient au **MENU de BASE**.
- 6) Tourner  pour indexer **BARILLET** que vous activez avec . Puis  pour pointer **SAUVE** qui est invoqué avec .
- 7) Pour ne pas risquer d'écraser une configuration initiale par erreur il faut confirmer. Ici, si vous validez, il y aura recopie identique puisque **INITIAL** et "EEPROM" sont deux frères jumeaux. Ce serait une opération neutre mis à part l'usure de l'EEPROM. Donc sur les 100000 écritures garanties on en perdrait une ! Il est plus logique de faire afficher **NON** avec  puis de sortir avec .
- 8) Ouvrir le menu **OPTIONS**, puis indexer **ÉTENDU** et valider. La LED s'illumine en jaune, on verra plus avant les détails. L'écran affiche **Retour au MENU de BASE**. Valider avec .
- 9) Pour finir, ouvrir à nouveau **BARILLET**, et indexer **SAUVE**.




 **Boum !** ... Je vous avais prévenu en rouge en haut de cette page. Alors pas la peine de râler  .

Le RUN et ses commandes. (Fin)

➤ Fonction cachée pour les INFOS en début de RUN.

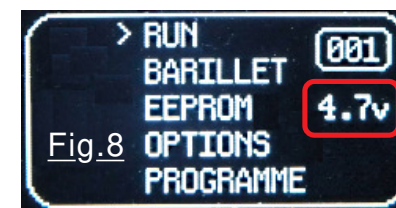
Bien que ce ne soit absolument pas nécessaire, dans certains cas il peut s'avérer utile lorsque l'on active un **RUN**, qu'un résumé des options en cours le concernant soit listé. Prévoir une fonction dans ce but n'était plus envisageable lorsque ce besoin très ponctuel s'est fait sentir. Du coup, le protocole est particulier.

MANIPULATIONS :

- 1) Avec un RESET on redémarre à zéro.
- 2) **Menu de BASE** présent on clique sur **BP5** pour faire afficher la version du logiciel. La consigne **OUI** est déjà affichée pour la réponse à **Infos RUN**. On valide avec .
- 3) Fiche **EXCLUSIONS.pdf** en main dans les **OPTIONS** on indique pour les **JALONS** la valeur 4000 par exemple et on valide **Ralenti**.
- 4) Retour au **MENU de BASE** et activer **RUN**. Le programme affiche le résumé des options qui sont relatives à l'exécution d'un algorithme. Cliquer sur une touche du clavier pour déclencher le programme. On notera que pour **BORNE** et pour **JALONS** si l'option est validée on n'affiche pas sa valeur mais le texte "**OUI**".
- 5) Avoir à cliquer sur le clavier pour déclencher l'exécution s'avère indigeste en "temps normal". Aussi, cette option sera généralement désactivée : **MENU de BASE**, **BP5**,  pour avoir **NON** et enfin une fois de plus  pour retrouver la page initiale.

La surveillance de la batterie.

Place disponible dans cette page, ce chapitre sans manipulation tombe un peu comme un cheveu dans la soupe. Je profite donc des ce petit espace pour commenter l'écran Fig.8 qui contrairement à tout ce qui a été présenté jusqu'ici contient une information de plus. Ayant optimisé le logiciel, il a été possible d'ajouter la mesure sur **A7** d'une tension en calibre 10v. Un commutateur sur le coffret laissera le choix entre la mesure sur le **+5Vcc** délivré par le régulateur, **ou la tension présente sur la pile ou sur l'accumulateur** si une telle source d'énergie autonome est intégrée dans le coffret de l'appareil.







Le RUN et ses commandes. (Suite)

➤ Pas à PAS en mode JALONS.

Manuel toujours ouvert à la page 11 nous allons expérimenter les "bottes de sept lieux", c'est à dire la faculté de faire des grands pas de géant. Cette option est commode lorsqu'un algorithme évolue lentement, c'est à dire que les données ne changent de façon significative qu'après un nombre important de cycles d'HORLOGE. Le mode est de type PAS à PAS, mais chaque fois que l'on clique sur le clavier, la PAUSE ne s'opère qu'après JALONS cycles d'HORLOGE.

MANIPULATIONS :

- 1) Ritournelle RESET pour redémarrer en conditions initiales.
- 2) Dans le menu OPTIONS indexer JALONS puis .
- 3) Pour définir l'amplitude des sauts le protocole est strictement identique à celui pour définir la BORNE. Je propose 9876 par exemple. Puis, revenir au MENU de BASE.
- 4) Déclencher le RUN suivi de  pour avoir l'écran noir.
- 5) Après un délai de quelques secondes, l'écran affiche le carrousel en mode graphique. Cliquer sur BP4 par exemple pour relancer l'exécution. (La PAUSE de type JALONS n'est pas suspendue.)
- 6) Tourner  afin d'obtenir le mode grille. La Tête de L/E continue à se déplacer, mais le visuel ne se modifie plus. Dans la pratique, l'algorithme continue à écrire des "0" et des "1" et a effectuer des rotations à droite à chaque cycle. Mais les états écrits sont "synchronisés" avec ceux déjà présents d'où l'apparence d'invariant.
- 7) Un petit  de plus pour revenir à un écran noir, donc un maximum de rapidité et suivi en quelques secondes d'une nouvelle PAUSE en 19752 cycles ... ($19752 = 9876 \times 2$.)
- 8) Un clic sur BP4 puis passer en écran noir. Cliquer sur BP5 jusqu'à ce que la LED s'illumine en vert. Bien que l'on soit en vitesse maximale, le jalon n'est plus pris en compte.

Traiter les fonctions relatives à la gestion de la rapidité de fonctionnement de la machine virtuelle doit satisfaire à une logique d'exclusions mutuelles. Le MANUEL était entièrement rédigé lorsque j'ai trouvé indispensable de faire un résumé. Aussi, désolé de cet inconvénient, il vous faudra imprimer EXCLUSIONS.pdf.


Le menu bien nourri des OPTIONS.

Vous avez hâte de déclencher un RUN pour enfin la voir fonctionner cette scongregneugneu de machine de Turing. Toutefois, déclencher maintenant une exécution automatique me semble prématuré. Du reste, le mieux est de "voir pourquoi" :

➤ Premier RUN sans préparation.

Actuellement, les options mémorisées en EEPROM sont organisées pour le déclenchement immédiat d'un RUN en configuration de vitesse "rapide" et avec affichage graphique. C'est parti, on expérimente et pour ça on fonce à donf :






MANIPULATIONS :

- 1) RESET pour redémarrer en conditions initiales avec 001.
- 2) Activer RUN avec . C'est méga fastoche. Un clic et les moteurs virtuels se mettent à ronronner, l'écran frétille et ... on n'a pas le temps de comprendre vraiment ce qui se passe. Aussi, il me semble plus judicieux de titiller quelques options pour préparer l'exécution, et en parallèle étudier leurs effets. On va de la sorte OPTIONner et RUNner, les deux en alternance.

➤ OPTION indispensable : Le PAS à PAS.

C'est de loin la technique la plus efficace quand on désire comprendre ce que fait un algorithme. Cette fonction impose au programmeur de cliquer sur le petit clavier chaque fois qu'il veut déclencher un cycle d'HORLOGE de plus sur la machine lorsqu'il a activé avec un RUN. Ainsi chaque cycle peut être analysé.


MANIPULATIONS : (Suite)

- 3) RESET pour recommencer avec l'algorithme 001 en mémoire.
- 4) Activer OPTIONS avec . L'Item PAUSE étant indexé le valider à son tour. Avec  on fait alterner NON et OUI. Vous avez compris  qu'ici il faut valider OUI avec  suivi d'un deuxième clic sur  car la LED est illuminée en jaune.



Le MANUEL précise en page 20 dans l'encadré l'interprétation de l'état de la LED triple. Quand on détaillera les OPTIONS on ouvrira ce livret à la page 10, mais pour l'instant on poursuit l'expérience en cours. On reviendra sur le menu des OPTIONS plus avant.

Le RUN et ses commandes.


MANIPULATIONS : (Suite)

- 5) Encore un  pour déclencher le RUN. Le plateau est affiché. Il y a eu un cycle machine et le programme est en PAUSE. Toute action sur le clavier autre que BP4 engagera un cycle de plus.
- 6) Ouvrir le MANUEL à la page 3. Cliquer sur BP1, sur BP2, puis BP3 et enfin BP5. À chaque fois le programme effectue un cycle d'HORLOGE de plus. En haut PLATEAU est affiché pour rappel qu'il s'agit du carrousel en cours de modification par l'algorithme.

Au dessus du nombre de cycle est listée l'instruction qui vient d'être réalisée. Par exemple Tr05-1 : 0 D 6 signifie qu'étant sur la transition n°5 un "1" a été lu. Un "0" a été écrit, un déplacement à Droite a été effectué et on saute en transition n°6 etc.



- 7) Tourner le  : Il ne se passe rien, car en PAUSE seul le petit clavier est pris en compte. Cliquer sur BP4 pour supprimer le PAS à PAS. Immédiatement le déroulement rapide reprend. On va "calmer un peu le jeu" car à cette cadence c'est beau mais "confus".
- 8) Cliquer sur BP1. L'affichage passe en *Ralenti* à raison de deux cycles par seconde. Pour indiquer ce mode la LED clignote rapidement en violet. Faire une rotation de un pas dans le sens horaire avec  : L'affichage passe en mode GRILLE.

Cette fois ce n'est plus le plateau qui se décale vers la droite, mais la Tête de L/E qui en relatif se déplace vers la gauche dans la grille qui elle est immobile par rapport à l'observateur.





- 10) Cliquer sur BP3. L'affichage passe en *Temps Réel*, c'est à dire que le fonctionnement se fait à la lenteur exacte du prototype électromécanique. Il faut plus de 4 secondes par cycle. Ce mode est signalé par l'éclairage constant en cyan de la LED.
- 11) Faire un pas de plus en sens horaire avec . L'écran devient noir. Mais la lenteur est toujours maximale.
- 12) Cliquer sur BP5 jusqu'à ce que *la LED s'illumine en vert signalant que la touche est prise en compte.* (Il faut attendre pour ça la fin du cycle HORLOGE en cour.) La LED s'illumine alors en bleu "foncé" ce qui traduit la vitesse maximale de fonctionnement.

Le RUN et ses commandes. (Suite)

MANIPULATIONS : (Suite)

- 13) Faire un pas de plus en sens horaire avec . L'écran affiche uniquement le nombre de Cycles d'HORLOGE qui a augmenté de façon très importante. En effet, à la vitesse maximale car dans ces conditions l'ATmega328 déroule "statistiquement" 4400 tours virtuels d'HORLOGE par seconde. (Mais pas ici comme on va le voir.)
- 14) Persister dans la rotation en sens horaire de  pour passer en revue les différents modes de visualisation résumés dans le petit tableau de la page 3 du MANUEL.

Grâce à toutes ces expérimentations on a observé les différents modes d'affichage. *Ce sont les commandes clavier qui imposent la rapidité d'exécution.* Toutefois, en mode Vitesse Maximale, *si l'écran n'est pas noir, il ralentit le processus quel que soit le type d'écran affiché.*

- 15) L'algorithme 001 actuel ne comporte pas de "F". La seule façon de sortir du RUN consiste à cliquer sur  ou à débrancher la prise d'alimentation en énergie ...  .
- 16) Donc reprendre la main avec  (Ou réenclencher le disjoncteur !) Il faut cliquer deux fois pour revenir au MENU de BASE. Puis, nous invoquons derechef les OPTIONS dans lesquelles on active la fonction BORNE.

La BORNE représente un nombre de cycles d'HORLOGE qui provoquera la sortie anticipée du déroulement d'un Algorithme si entre temps aucun "F" n'a été rencontré.

- 17) Pour tester cette possibilité on ne va pas mégotter. On désire revenir "à la maison" après 123456 cycles d'horloge. LIVRET ouvert en page 11 avec le clavier et le codeur rotatif on impose cette valeur. Puis on déclenche un RUN et avec un quelconque chronométrage on mesure le temps écoulé avec écran noir. Personnellement j'ai trouvé environ 72 secondes. Donc la machine a cadencé 123456 : 72 = 1715 cycles par seconde. *C'est un véritable ESCANDALE, on avait annoncé 4400 !* Mais ici on est dans un cas ultra particulier ou chaque instruction écrit, tourne et transite. C'est le cas le plus défavorable *qui ne correspond pas à la "moyenne".*