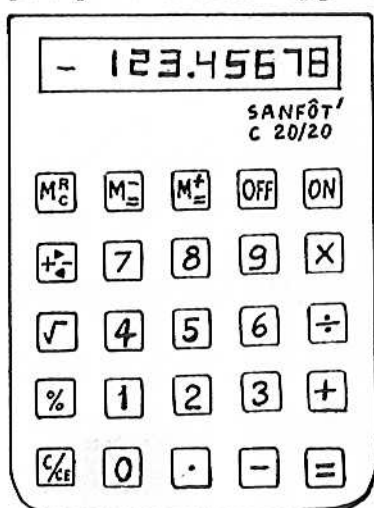


Avant d'entrer dans le vif du sujet, indiquons que le titre eût pu être : "Est-ce vraiment plus simple que ce soit compliqué ?" ou "Sous-comprenons nous bien ?". En effet, les concepteurs de petites calculatrices n'hésitent pas à imaginer des fonctionnements "informatiquement" très tordus, pourvu que les manipulations courantes des utilisateurs puissent se faire. Mais dès que l'on veut sortir des sentiers battus par les notices d'utilisation, on a envie (et même plus : besoin) de savoir "comment ça marche". Pour de futurs utilisateurs d'ordinateurs, il me semble que cette connaissance vaut bien celle de "7 fois 8, 56".

Plutôt que de donner immédiatement une réponse toute faite, illustrons une démarche du type des vieilles "leçons de choses" permettant d'aboutir à une réponse. Ainsi, le lecteur pourra être à même d'explorer un fonctionnement que nous n'aurions pas prévu ici, même si nous avons testé beaucoup de modèles de calculatrices 4 opérations. Sournement, tous ces modèles ont à peu près la même apparence générale.



La "bête" que nous considérons offre un affichage à 8 chiffres, des touches numériques, des touches d'opération, une touche [=]. A cela s'ajoutent généralement des touches concernant une mémoire et des touches de fonctions : $\sqrt{}$ et $\%$, mais nous ne nous occuperons pas de ces touches, réservant leur étude à un public que les scènes d'horreur ne risquent pas de traumatiser.

1. B, ê, Bê

Tapons successivement les touches correspondant à l'opération $23 + 8$ par exemple, mais en observant l'affichage au fur et à mesure. Nous observerons ainsi :

Touche appuyée	$\boxed{2}$	$\boxed{3}$	$\boxed{+}$	$\boxed{8}$	$\boxed{=}$
Affichage observé	2	23	23	8	31

On remarque que 23 à l'affichage peut être dans deux "états" :

- . Avant d'appuyer sur $\boxed{+}$; si nous avons entré $\boxed{8}$, nous aurions lu 238.
C'est ainsi que 23 a été obtenu après 2.
- . Après avoir appuyé sur $\boxed{+}$, nous avons rendu l'affichage prêt à disparaître. Maintenant, la pression de $\boxed{8}$ provoque effectivement la disparition de 23. Et nous voyons apparaître 8.

Mais 23 a-t-il disparu ? Certainement pas : il faut bien qu'il soit quelque part dans la machine, pour que 31 apparaisse lors de la pression de $\boxed{=}$.

Conclusion : Dans la machine, il y a un registre susceptible de recueillir un nombre qui disparaît de l'affichage.

2. Bê - bê

Après la séquence de touches précédentes, appuyons à nouveau sur $\boxed{=}$.
Si la machine est d'un modèle ancien, il se peut qu'il ne se passe rien, c'est-à-dire que nous continuons à voir 31. Dans ce cas, prenons un modèle plus récent (consommation oblige). La même séquence conduit à 39. Nous disons que la calculatrice est à **facteurs constants** (ou : **opérateurs constants**).

Conclusion : Le nombre 8, qui avait disparu de l'affichage, a été recueilli dans un registre.

Essayons maintenant une multiplication, suivie d'une répétition de $\boxed{=}$.

Touche appuyée	$\boxed{3}$	$\boxed{\times}$	$\boxed{5}$	$\boxed{=}$	$\boxed{=}$
Affichage observé	3	3	5	15	45

Par rapport à l'addition, une différence saute aux yeux : ce n'est pas le deuxième nombre introduit (5), mais le premier (3), qui a été conservé dans un registre.

Conclusion : La machine dispose de deux registres numériques, à côté de (ou derrière) l'affichage.

Note pour les lecteurs savants : C'était évident, parce que ce misérable affichage, décimal, est inutilisable pour des opérations machines qui n'aiment que des nombres issus du système binaire. Le nombre de l'affichage doit donc se trouver **aussi**, écrit proprement c'est-à-dire à base de numération binaire, quelque part dans les circuits de la machine.

3. Où l'on cesse de bêler

Désormais, nous nous autoriserons des manipulations qui peuvent s'écarter des cas standards prévus dans les modes d'emploi.

Séquence 1	Touche appuyée	2	×	=
	Affichage observé	2	2	4

Conclusion : Après $\times$, le nombre 2 se trouve dans les deux registres numériques.

Séquence 2	Touche appuyée	2	+	=	=
	Machine A. Affichage observé	2	2	4	6
	Machine B. Affichage observé	2	2	2	4

Oh ! oh ! La machine B aurait-elle du retard ? Non, puisque les deux machines viennent de la même maison honorable, et que c'est la machine B la plus récente. Un examen plus détaillé des registres et surtout de leur gestion s'impose.

Séquence 3	Touche appuyée	3	+	×	=	=
	Affichage observé	3	3	3	9	27

Conclusion : La multiplication efface l'addition. Et la multiplication est conservée, de même que 3. A côté des registres numériques, il doit y avoir un registre d'opérations.

Séquence 4	Touche appuyée	2	+	3	×	4	=	=
	Affichage observé	2	2	3	5	4	20	100

Conclusion : A la différence du cas précédent, la multiplication déclenche ici l'addition, comme la touche [=] le ferait (on pourrait d'ailleurs intercaler [=] dans la séquence précédente sans changer l'observation). Mais c'est qu'il faut alors considérer [=] comme une touche d'opération particulière, qui ne change pas le contenu du registre d'opération.

Séquence 5	Touche appuyée	[2]	[÷]	[=]
Machine A.	Affichage observé	2	2	1
Machine A'.	Affichage observé	2	2	0.5

La machine A est finalement simple : une touche d'opération conduit le nombre de l'affichage à être présent dans les deux registres numériques. La machine A' pose un problème, mais nous éclaire un peu sur ce qui a pu se passer dans la machine B à la séquence 2. En effet, le résultat obtenu, 1/2, ne s'explique que par une introduction de 1 dans un registre numérique lors de la pression de [÷]. Mais alors, 0 pourrait avoir été introduit par [+].

4. Fonctionnement d'une calculatrice 4 - opérations à opérateurs constants

Après les expériences précédentes, accompagnées de quelques autres que le lecteur imaginera, nous sommes suffisamment avancés pour qu'une description générale soit proposée.

Nous distinguerons : - l'affichage,
- deux registres numériques X et Y,
- un registre d'opération.

A cela, il convient d'ajouter un registre mémoire, non envisagé ici.

Les **opérations élémentaires** sur les registres numériques sont les suivantes (pour chacune, l'état des registres immédiatement avant et après l'opération est indiqué) :

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
Début	a	b		a	b		a	b		a	b		a	b
Fin	c	b		a	c		b	a		a	a		b	b
Introduction de			Introduction de			Echange			Recopie de X			Recopie de Y		
c dans X			c dans Y						dans Y			dans X		

L'introduction de c dans Y avec transfert dans X du contenu de Y se rencontre sur certaines machines : elle revient à faire précéder d'une recopie ou d'un échange l'introduction dans Y. De même pour l'introduction dans X avec transfert dans Y. Bien sûr, la machine est dépourvue de touches qui pourraient commander ces opérations (c'est dommage), à part l'introduction. Elles se font à l'occasion du fonctionnement.

Fonctionnement commun aux modèles à opérateurs constants

- . $\boxed{=}$ Si le registre d'opération est armé, on obtient le fonctionnement suivant, en désignant par * l'opération

	X	Y	Op
Début	a	b	*
Fin	a*b	b	*

- . Toute touche d'opération introduite immédiatement après une autre touche d'opération (ou $\boxed{=}$) modifie les registres (pour préparer la nouvelle opération) mais sans entraîner d'exécution.
- . Toute touche d'opération introduite après une introduction numérique déclenche, comme $\boxed{=}$, l'exécution de l'opération précédente si le registre d'opération était armé. Ensuite elle donne lieu au fonctionnement propre à la nouvelle opération.
- . $\boxed{\times}$ Recopie X dans Y. Prépare l'introduction suivante en X. Charge "opération".
- . $\boxed{\div}$, $\boxed{+}$, $\boxed{-}$ Préparent l'introduction suivante en Y. Chargent "Op".
Donnent ensuite lieu au fonctionnement particulier décrit ci-dessous.

Fonctionnement particulier (variable d'une machine à l'autre)

- machines faisant la recopie,
- machines faisant l'échange.
- . $\boxed{\div}$ peut être ou non suivi d'une introduction de 1 dans X. On s'en aperçoit grâce à la séquence a $\boxed{\div}$ $\boxed{=}$ dont le résultat peut être soit 1/a, soit 1.
- . L'introduction dans Y s'accompagne d'un transfert de Y dans X.
- . $\boxed{+}$, $\boxed{-}$ ou bien échangent X et Y (sans modification d'affichage)
ou bien transfèrent X en Y, avec introduction de 0 en X (sans modification d'affichage).

5. Deux questions en guise de conclusion

Pourquoi les constructeurs ne font-ils pas des systèmes transparents ?
Qui a dit que l'utilisation de machines empêchera d'apprendre ?