

LabVIEW, de nouvelles méthodes de travail

.....

Pierre Dieu
Sanofi-Synthelabo Recherche
Centre de Labège

FuturVIEW 2003, 12-13 juin,
Poitiers

Introduction

.....

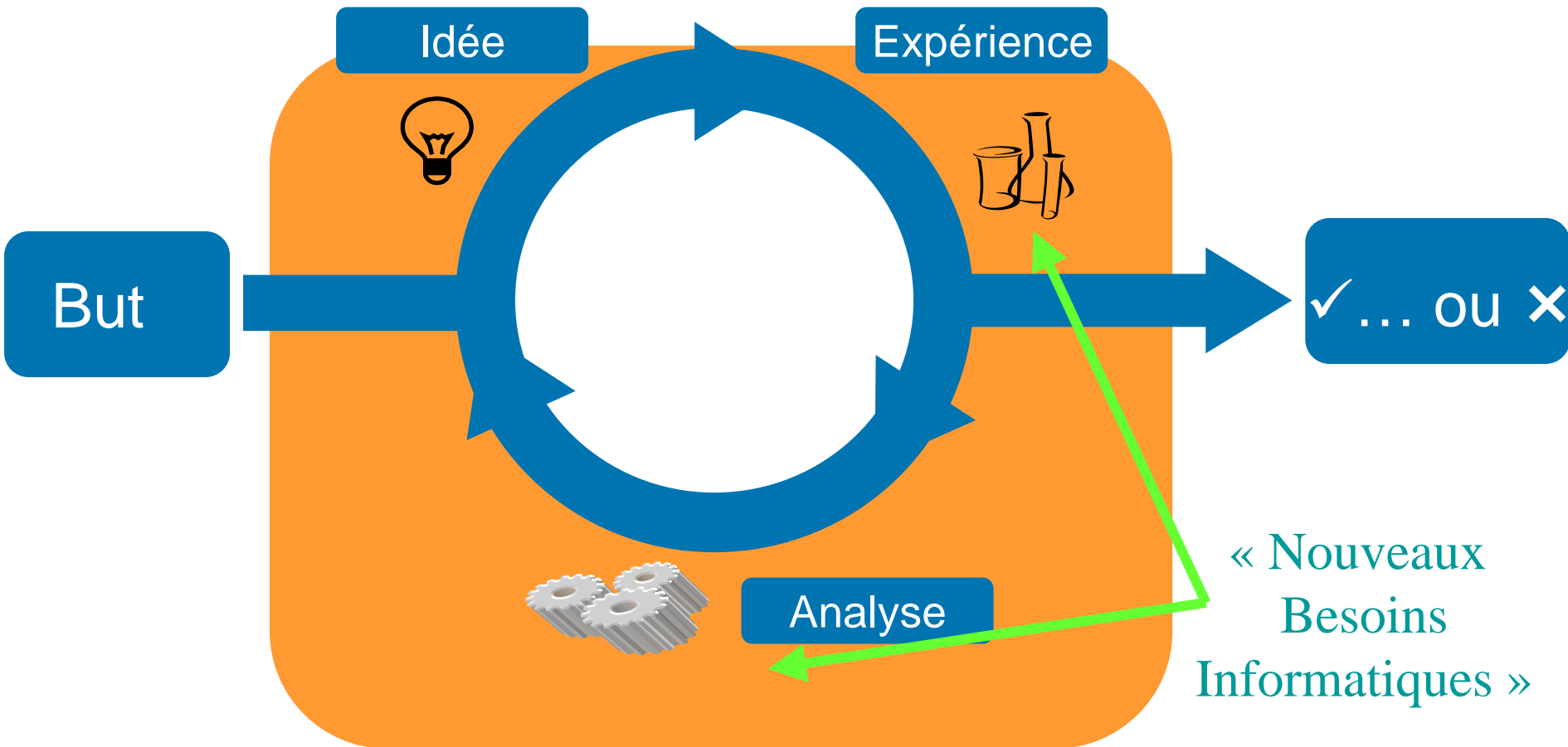
- Biotechnologie, Pharmacie, Recherche et Développement, Production
- Biologiste / Biotechnologiste devenu « vrai-faux informaticien »
- Travaux dans des domaines divers:
 - labos de recherche amont
 - process biotechnologique en développement
 - production

Une approche qui vient du monde des utilisateurs.

- En recherche, on manipule énormément de données hétérogènes
- Monde très instable, aux besoins parfois éphémères
- L'informatique accompagne, propose, et parfois seulement structure, organise et stocke. Elle ne doit ni figer ni tuer la créativité

Le processus de la recherche

.....



« Petit besoin » pour voir ...

.....

- Imaginer...
- Changer d'idée...
- Autrement ?
- Vite !!!
- Parfois inutile ?

Ne pas faire de l'informatique pour
de l'informatique, mais s'occuper
de « Science »

Se mettre ensemble avec ...

.....

- des données
- un bout de papier
- un écran PC

- Et ...LabVIEW !!



➔ on peut montrer du code

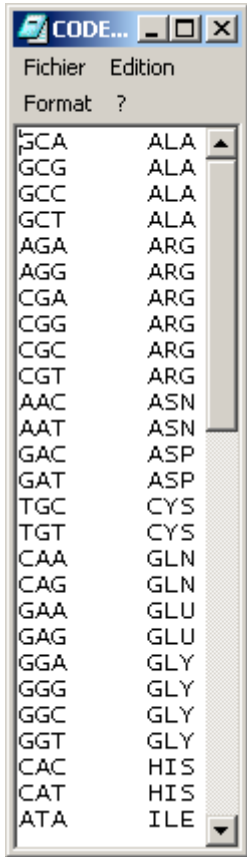
Toujours rendre la main

.....

- le scientifique a besoin de voir ses données dynamiquement pour les analyser
- Exemple : Manipulation de séquences

Objectif : améliorer l'expression de gènes dans des organismes utilisés au laboratoire : optimiser la séquence sans changer la protéine codée

Respecter le « code génétique »



GCA	ALA
GCG	ALA
GCC	ALA
GCT	ALA
AGA	ARG
AGG	ARG
CGA	ARG
CGG	ARG
CGC	ARG
CGT	ARG
AAC	ASN
AAT	ASN
GAC	ASP
GAT	ASP
TGC	CYS
TGT	CYS
CAA	GLN
CAG	GLN
GAA	GLU
GAG	GLU
GGA	GLY
GGG	GLY
GGC	GLY
GGT	GLY
CAC	HIS
CAT	HIS
ATA	ILE

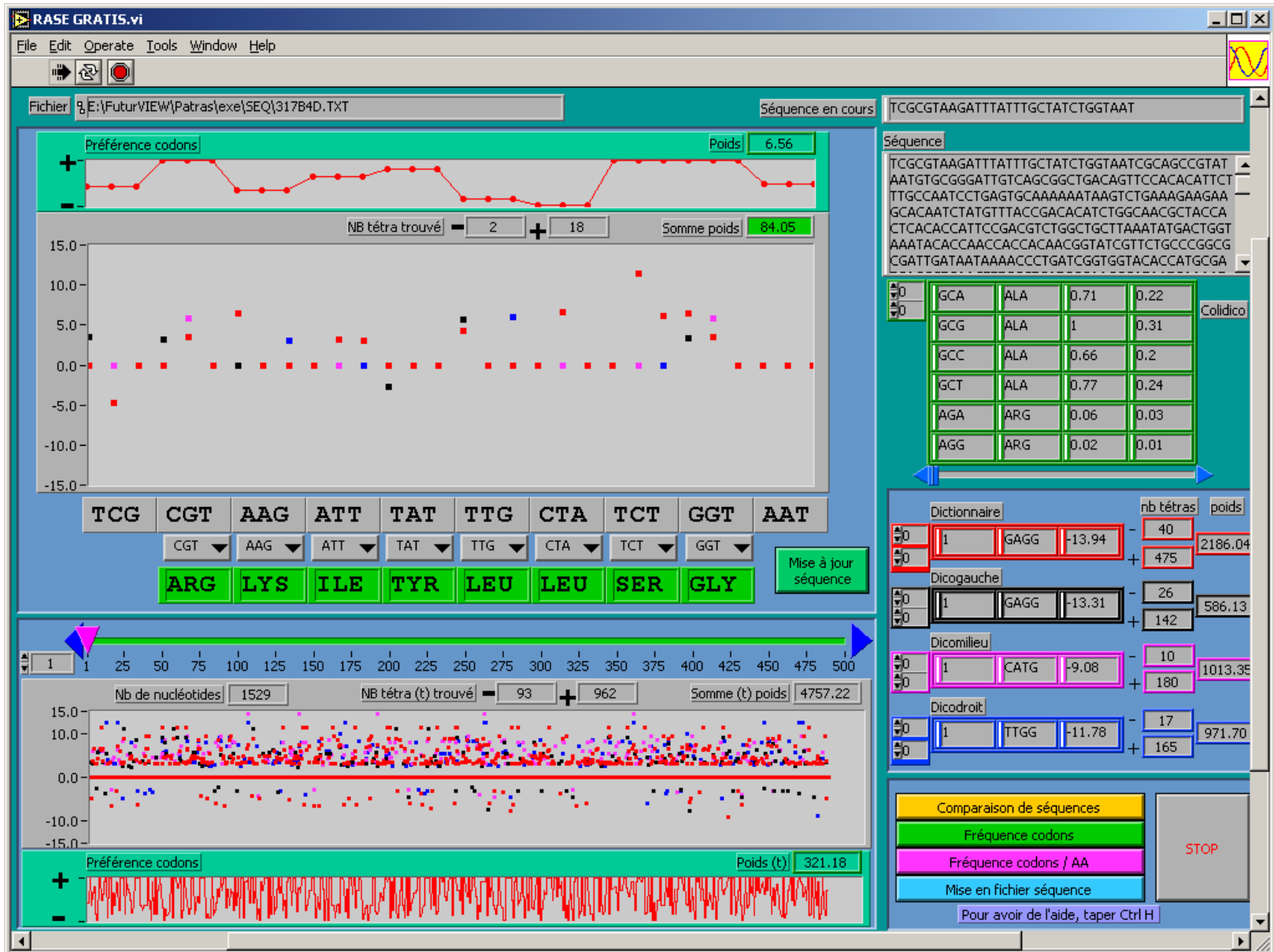
- Code « dégénéré » → codons Synonymes
- Utilisation de dictionnaires spécifiques correspondant à des statistiques d'utilisation (« préférence codon», tétra-nucléotides)
- Décharger l'utilisateur de l'évident
- Permettre l'interaction
- Aider sans imposer (~~algorithme automatique~~)

20 AA

576 octets !!

Démo





Robotique de laboratoire : pourquoi faire ?

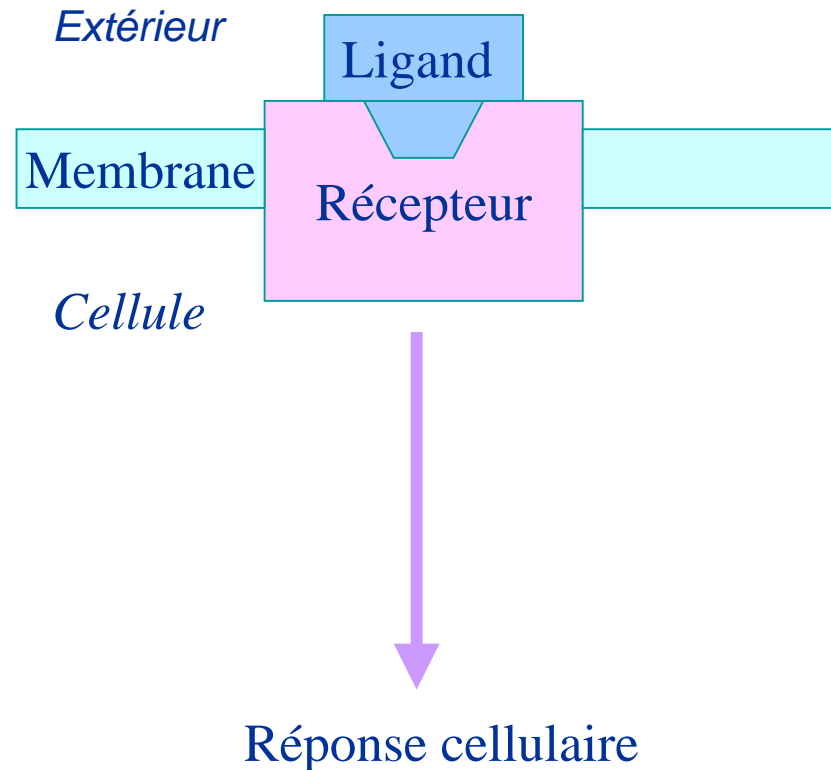
.....

Trouver des molécules actives sur des récepteurs

Dans l'organisme, des **molécules importantes**, telles que certaines hormones, exercent leur action sans pénétrer à l'intérieur de la cellule.

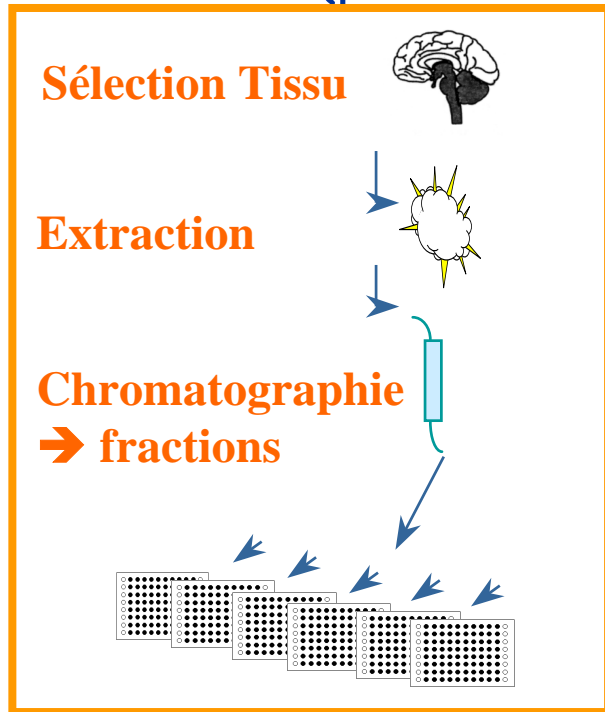
Elles se lient à des cibles particulières présentes à la surface des cellules : les **récepteurs**, à la façon d'une clé et d'une serrure.

La liaison d'une molécule (le **ligand**) à son **récepteur** déclenche une cascade de réactions à l'intérieur de la cellule : le **signal**.



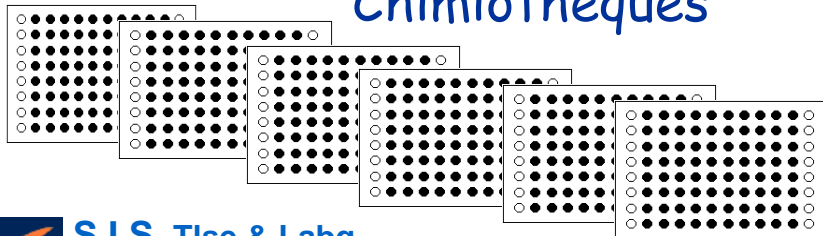
Robotique de laboratoire : comment ?

Fractionnement (purification assistée)



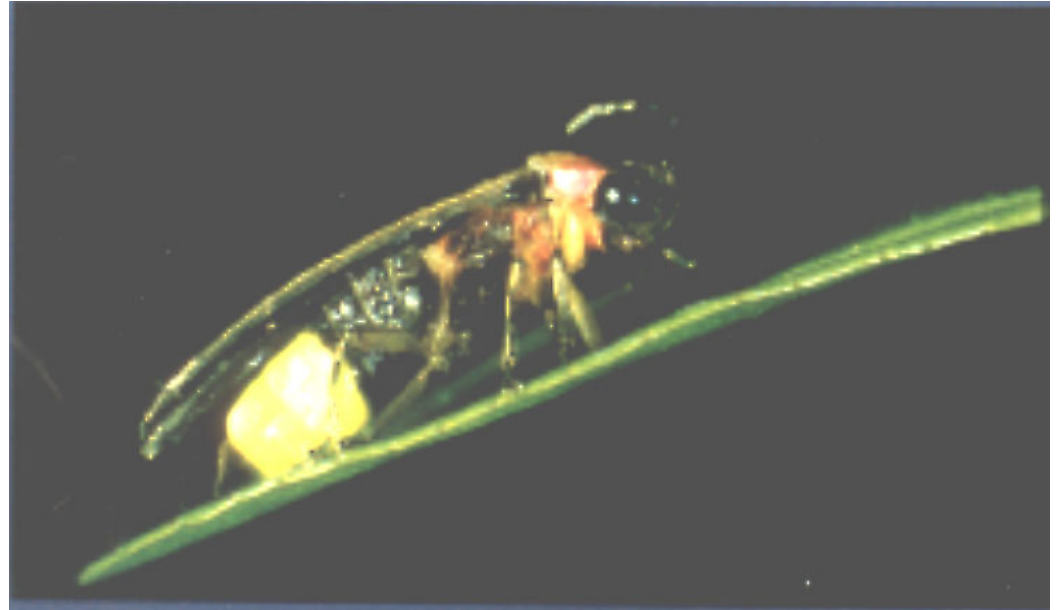
Test Fonctionnel
Système automatisé

Chimiothèques



Robotique de laboratoire

.....



Les lucioles utilisent
la bioluminescence
grâce à une enzyme particulière: la luciférase

Le gène de la luciférase peut être inséré dans le code
génétique d'une cellule animale

Ces cellules deviennent alors lumineuses

Le principe du test fonctionnel

Obtenir une cellule capable d'émettre de la lumière lorsqu'on la met en présence d'un ligand.

Cellule lumineuse ↔ Ligand

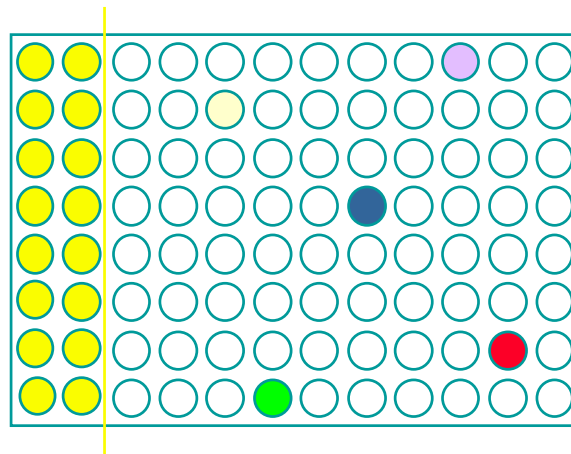
Robotique de laboratoire

.....

Question : Les molécules sont-elles actives ?

En pratique :

2 colonnes réservées
aux témoins de
l'expérience



80 molécules à tester :
1 molécule différente
par puits

Robotique de laboratoire

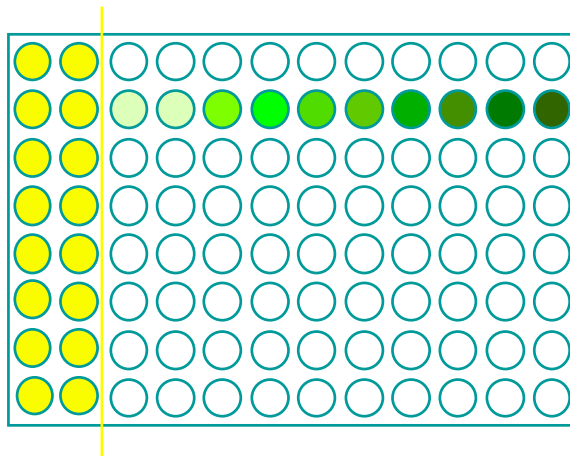
.....

Questions :

A quelle concentration commence-t-on à détecter son activité?
Quelle est la meilleure dose à employer?

En pratique :

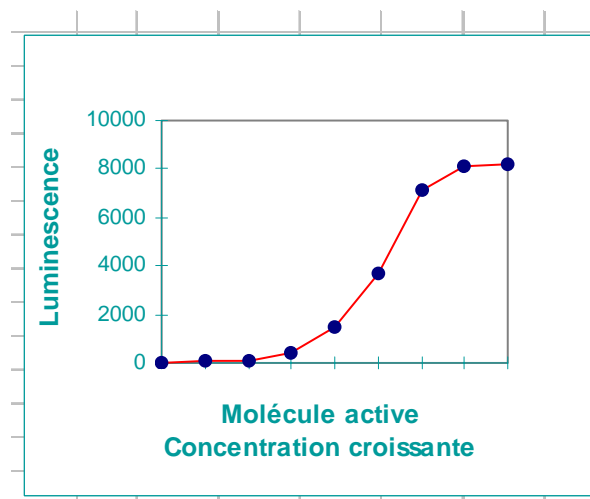
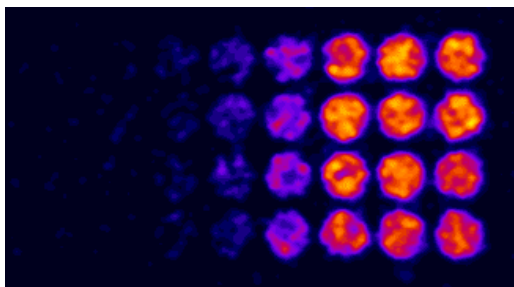
2 colonnes réservées
aux témoins de
l'expérience



La même molécule dans
plusieurs puits, à des
concentrations croissantes

Robotique de laboratoire

Avec une caméra



Sur le système : lecteur de
“microplaques” = luminomètre

Robotique de laboratoire : les systèmes

.....



- Technologie de pointe
- Intégration d'appareils complexes
- Systèmes souvent « uniques »
- Nombreux « drivers »

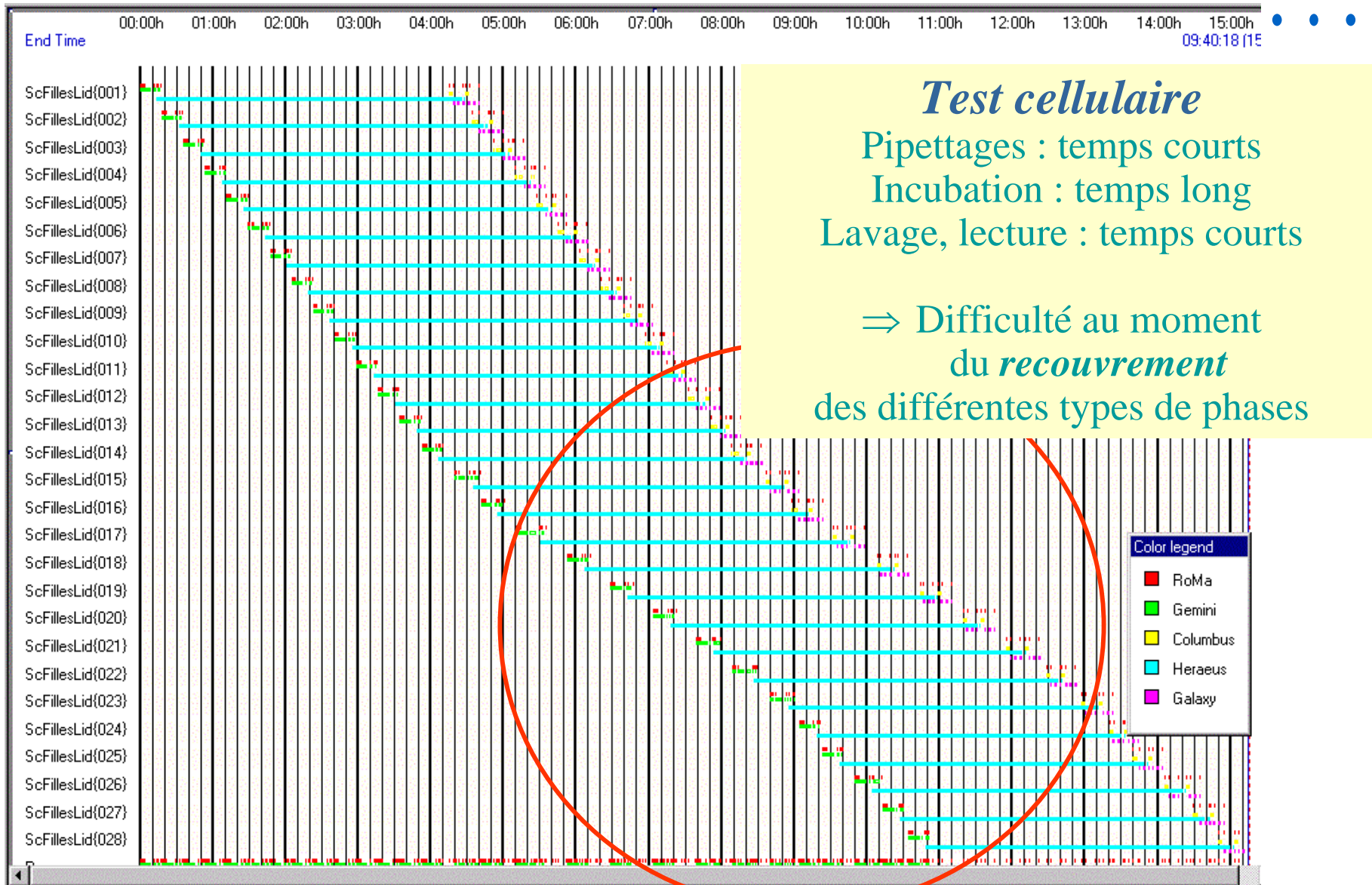
Robotique de laboratoire : les problèmes

.....

- Mise au point
- Fiabilité (MTBF)



Mise au point schedules (ordonnancement)



Fichiers « log » à chaque « run »

Horodatage
réel

Actions

Mouvements

Objets
manipulés

```
M250500_trié.012 - Bloc-notes
Fichier Edition Recherche ?

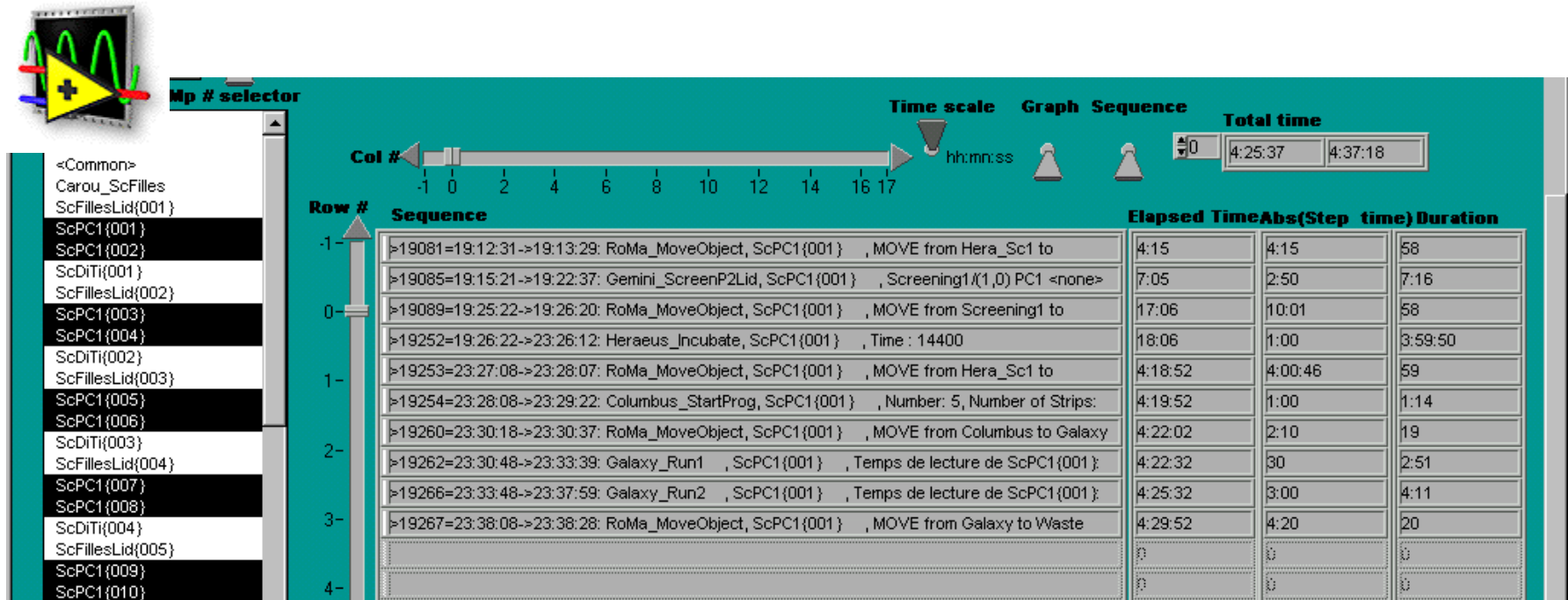
>19067=19:08:16->19:08:16: Initialization , , Initializing Tool Carousel
>19068=19:08:16->19:08:16: Initialize , ,
>19069=19:08:16->19:08:16: Initialize , <none> ,
>19070=19:08:16->19:08:18: Initialize , ,
>19071=19:08:16->19:08:18: Columbus_Init , ,
>19072=19:08:44->19:08:44: Initialization , , Initialization of Tool Carousel finished successfully.
>19073=19:08:44->19:08:44: Initialization , , Initializing Tool DataLogicBCScanner
>19074=19:08:46->19:08:46: Initialization , , Initialization of Tool DataLogicBCScanner finished successfully.
>19075=19:08:46->19:08:46: Initialization , , Initializing Tool HeraeusCarousel
>19076=19:08:57->19:08:57: Initialization , , Initialization of Tool HeraeusCarousel finished successfully.
>19077=19:08:58->19:08:58: <Common> , <Common> , Subsystems initialized successfully!
>19078=19:09:44->19:10:58: CarouselBC_ReadAllBCInHotel, Carou_ScFilles , Successfully read barcode(s).
>19079=19:11:04->19:11:04: <Common> , <Common> , ***** Execution terminated successfully! -- Time: 00:01:20 *****
>19080=19:11:04->19:12:27: RoMa_MoveObject, ScFillesLid{001}, MOVE from Carou_ScFilles to Screening1 uncover Plate
>19081=19:12:31->19:14:31: RoMa_MoveObject, ScPC1{001}, MOVE from Hera_Sc1 to Screening1 uncover Plate
>19082=19:13:31->19:14:31: RoMa_MoveObject, ScPC1{002}, MOVE from Hera_Sc2 to Screening1 uncover Plate
>19083=19:14:31->19:15:16: RoMa_MoveObject, ScDiTi{001}, MOVE from Carou_ScDiTi to DiTiScreen1
>19084=19:15:21->19:22:37: Gemini_ScreenP2Lid, ScFillesLid{001}, Success
>19085=19:15:21->19:22:37: Gemini_ScreenP2Lid, ScPC1{001}, , Screening1/(1,0) PC1 <none> Success
>19086=19:15:21->19:22:37: Gemini_ScreenP2Lid, ScPC1{002}, , Screening1/(2,0) PC2 <none> Success
>19087=19:15:21->19:22:37: Gemini_ScreenP2Lid, ScDiTi{001}, Success
>19088=19:22:42->19:26:20: RoMa_MoveObject, ScDiTi{001}, MOVE from DiTiScreen1 to Carou_ScDiTi
>19089=19:25:22->19:26:20: RoMa_MoveObject, ScPC1{001}, MOVE from Screening1 to Hera_Sc1
>19090=19:26:22->19:26:54: RoMa_MoveObject, ScFillesLid{001}, MOVE from Screening1 to Waste c
>19252=19:26:22->23:26:12: Heraeus_Incubate, ScPC1{001}, Time : 14400
>19091=19:28:02->19:29:01: RoMa_MoveObject, ScPC1{002}, MOVE from Screening1 to Hera_Sc1 cover Plate
>19092=19:29:02->19:30:02: RoMa_MoveObject, ScFillesLid{002}, MOVE from Carou_ScFilles to Screening1 uncover Plate
>19269=19:29:02->23:38:52: Heraeus_Incubate, ScPC1{002}, Time : 15000
>19093=19:30:12->19:31:11: RoMa_MoveObject, ScPC1{003}, MOVE from Hera_Sc1 to Screening1 uncover Plate
>19094=19:31:12->19:32:11: RoMa_MoveObject, ScPC1{004}, MOVE from Hera_Sc1 to Screening1 uncover Plate
>19095=19:32:12->19:32:55: RoMa_MoveObject, ScDiTi{002}, MOVE from Carou_ScDiTi to DiTiScreen1
>19096=19:33:02->19:40:17: Gemini_ScreenP2Lid, ScFillesLid{002}, Success
>19097=19:33:02->19:40:17: Gemini_ScreenP2Lid, ScPC1{003}, , Screening1/(1,0) PC1 <none> Success
>19098=19:33:02->19:40:17: Gemini_ScreenP2Lid, ScPC1{004}, , Screening1/(2,0) PC2 <none> Success
>19099=19:33:02->19:40:17: Gemini_ScreenP2Lid, ScDiTi{002}, Success
>19100=19:40:57->19:40:57: RoMa_MoveObject, ScDiTi{002}, MOVE from DiTiScreen1 to Carou_ScDiTi
>19101=19:43:02->19:43:57: RoMa_MoveObject, ScPC1{003}, MOVE from Screening1 to Hera_Sc1 cover Plate
>19102=19:44:02->19:44:35: RoMa_MoveObject, ScFillesLid{002}, MOVE from Screening1 to Waste cover Plate
>19274=19:44:02->23:43:52: Heraeus_Incubate, ScPC1{003}, Time : 14400
>19103=19:45:42->19:46:41: RoMa_MoveObject, ScPC1{004}, MOVE from Screening1 to Hera_Sc1 cover Plate
>19104=19:46:42->19:47:43: RoMa_MoveObject, ScFillesLid{003}, MOVE from Carou_ScFilles to Screening1 uncover Plate
>19284=19:46:42->23:56:32: Heraeus_Incubate, ScPC1{004}, Time : 15000
>19105=19:47:52->19:48:52: RoMa_MoveObject, ScPC1{005}, MOVE from Hera_Sc1 to Screening1 uncover Plate
>19106=19:48:52->19:49:53: RoMa_MoveObject, ScPC1{006}, MOVE from Hera_Sc1 to Screening1 uncover Plate
>19107=19:50:02->19:50:47: RoMa_MoveObject, ScDiTi{003}, MOVE from Carou_ScDiTi to DiTiScreen1
>19108=19:50:52->19:58:08: Gemini_ScreenP2Lid, ScFillesLid{003}, Success
>19109=19:50:52->19:58:08: Gemini_ScreenP2Lid, ScPC1{005}, , Screening1/(1,0) PC1 <none> Success
```

exploitation
difficile !!

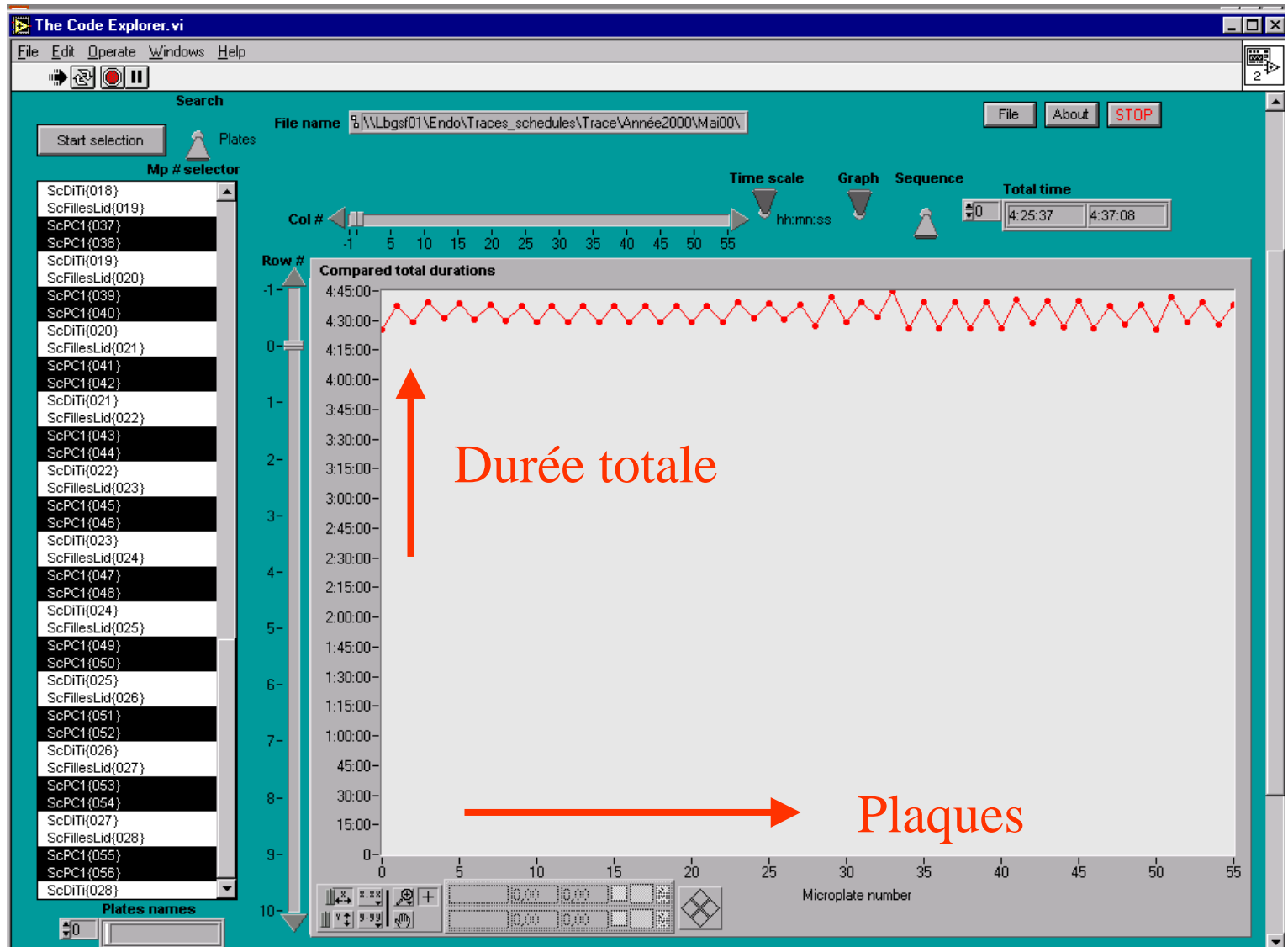


Le domaine du « vite fait bien fait » !!

Sélection d'objets, d'actions ou de mouvements
Calcul de durées, de délais, cumuls, comparaisons,...



Exploitation systématique des logs



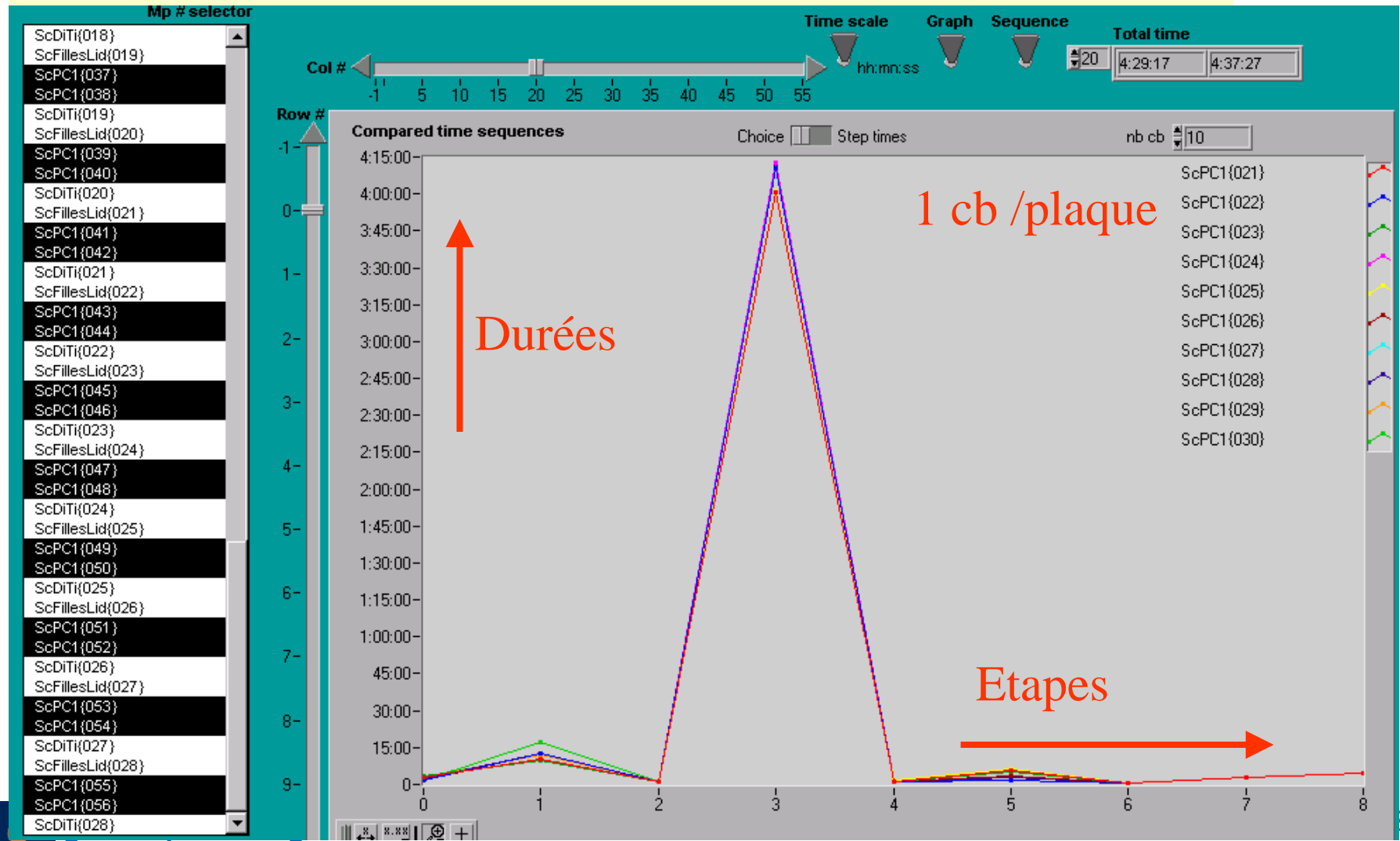
Les problèmes : « les trains qui partent à l'heure ... »

Hétérogénéité de traitement des plaques

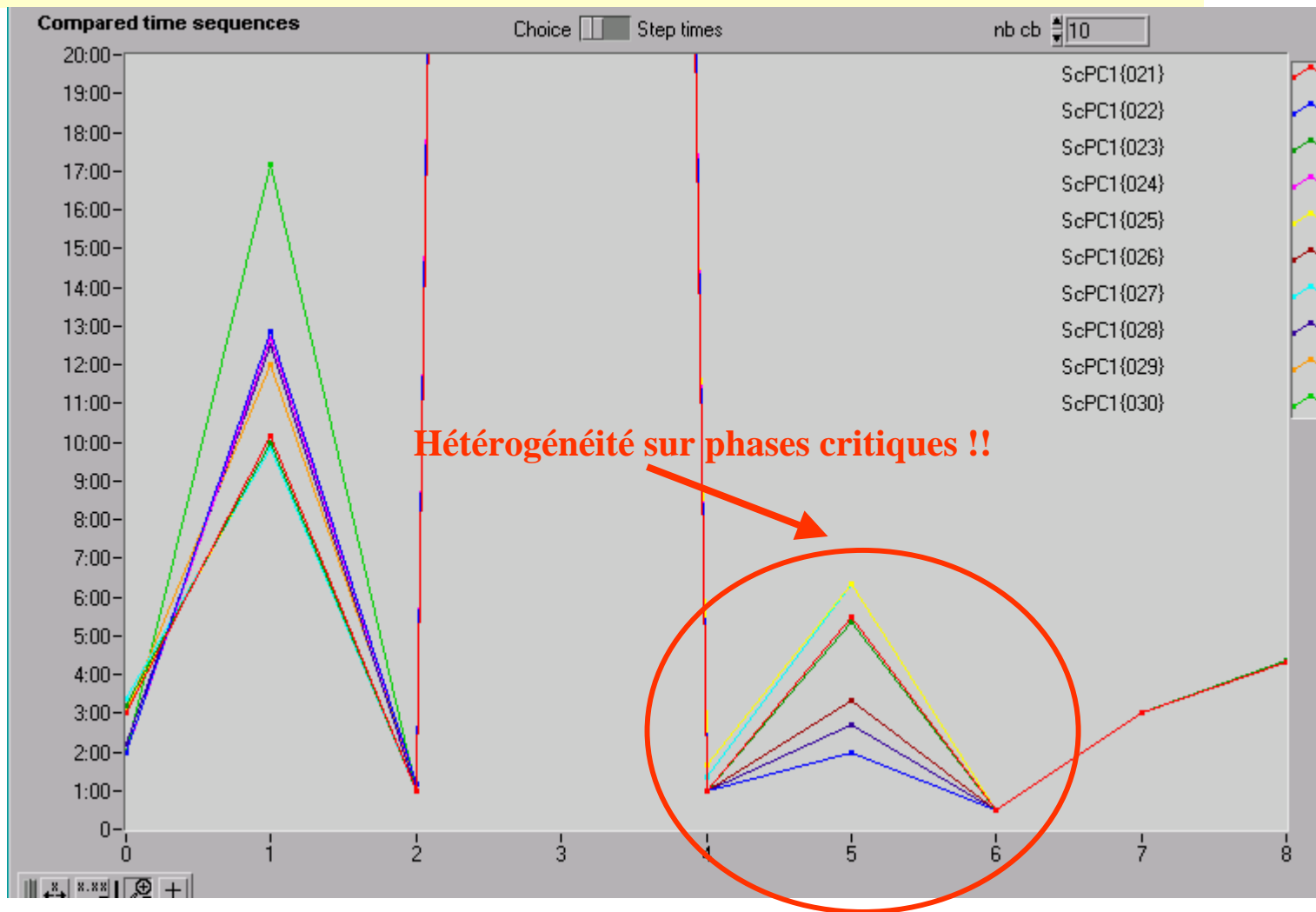
Courbes non superposées : non respect des durées par étape



Les étapes ont des durées très différentes



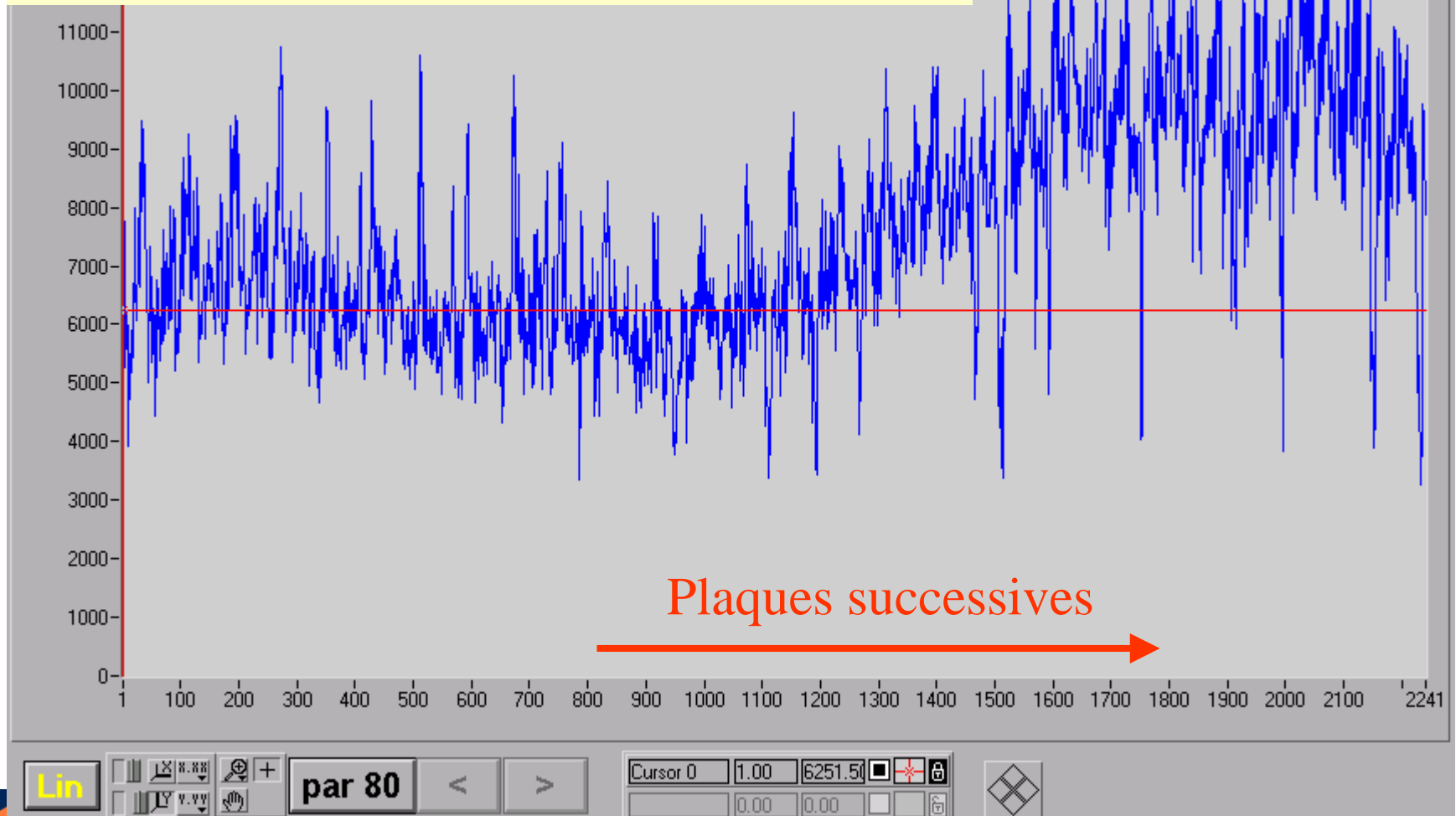
Certaines plaques sont traitées de façon hétérogène !



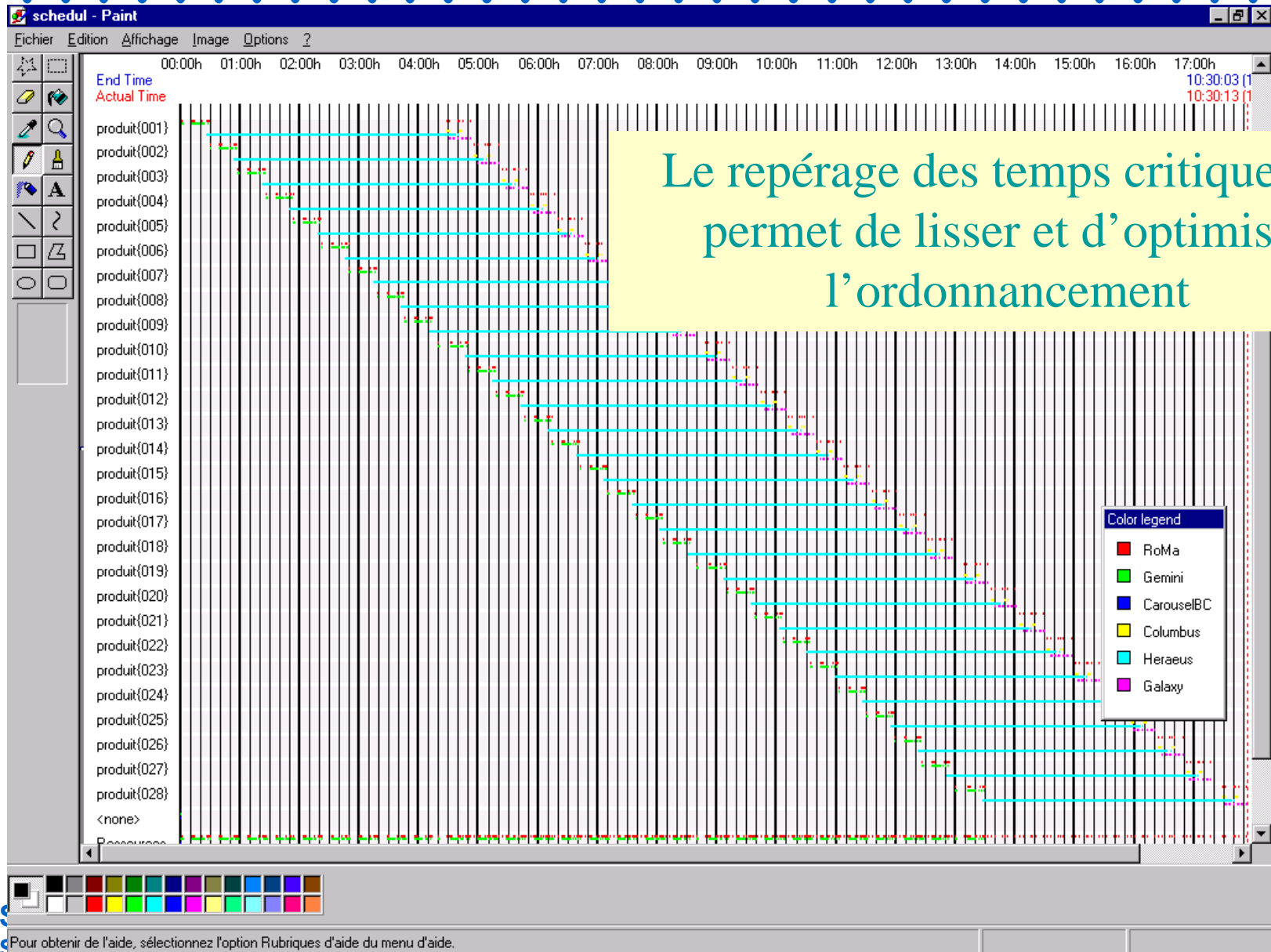
Les conséquences

Conséquence sur le test biologique :

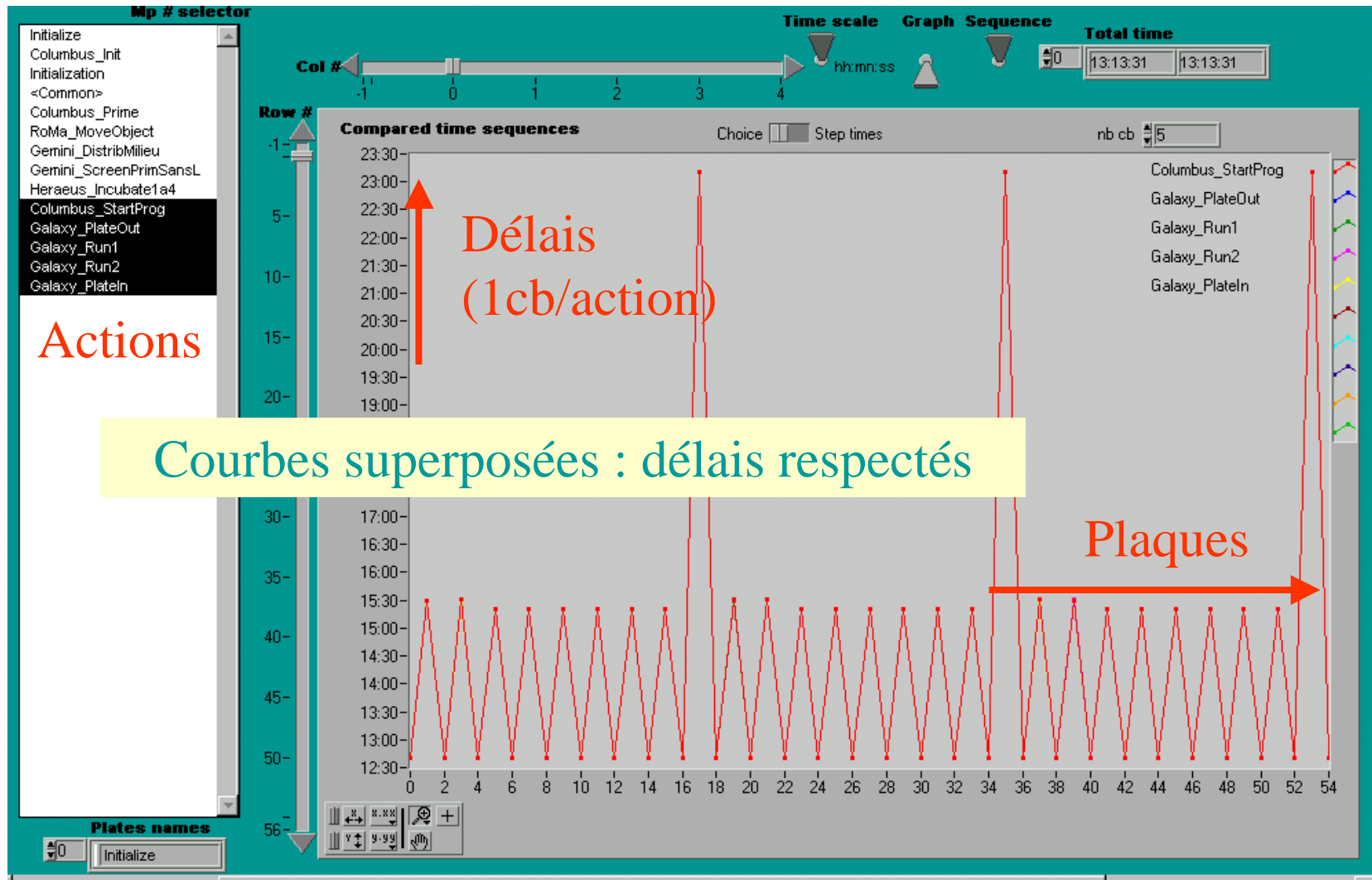
Hétérogénéité !!



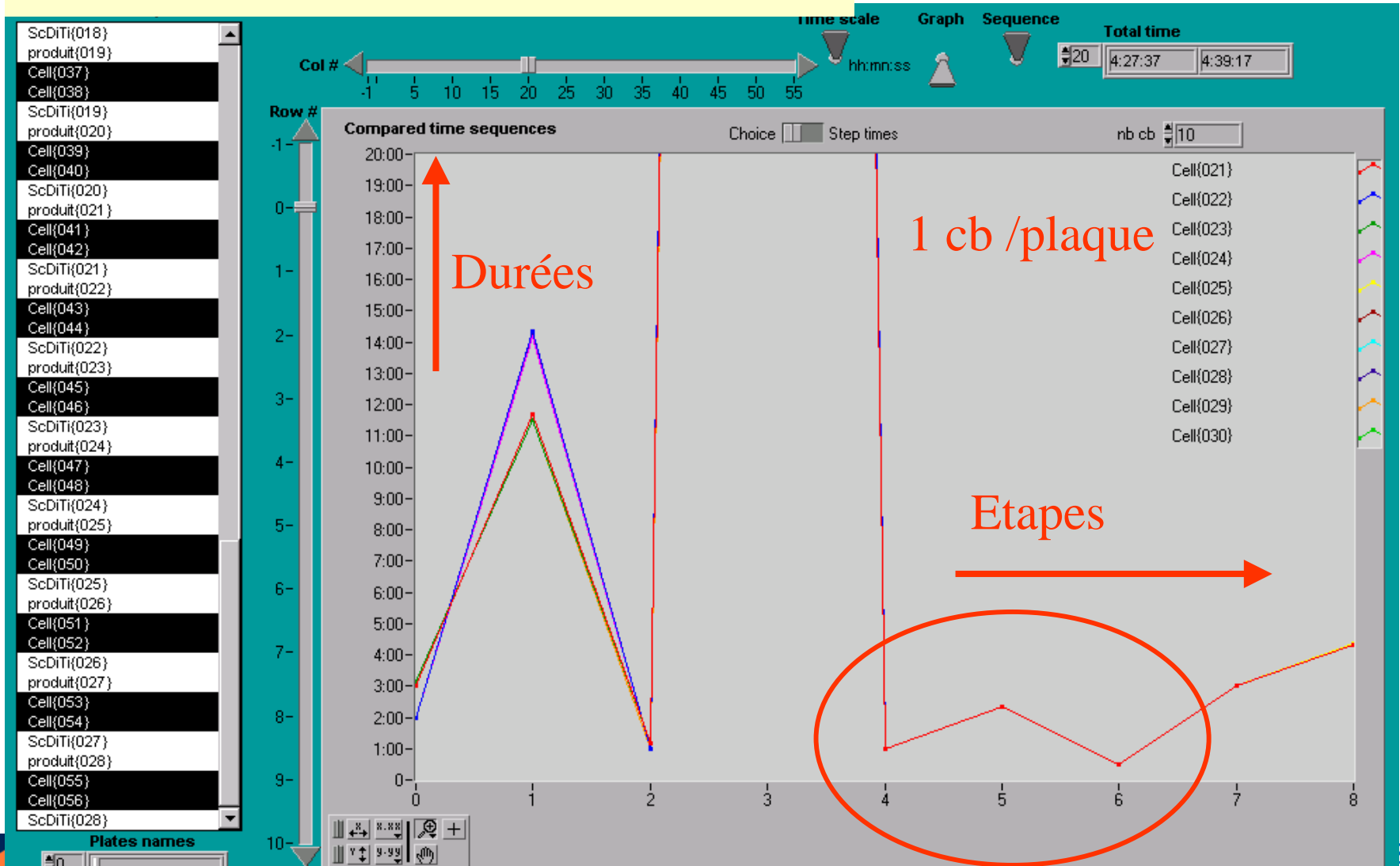
Des solutions ...



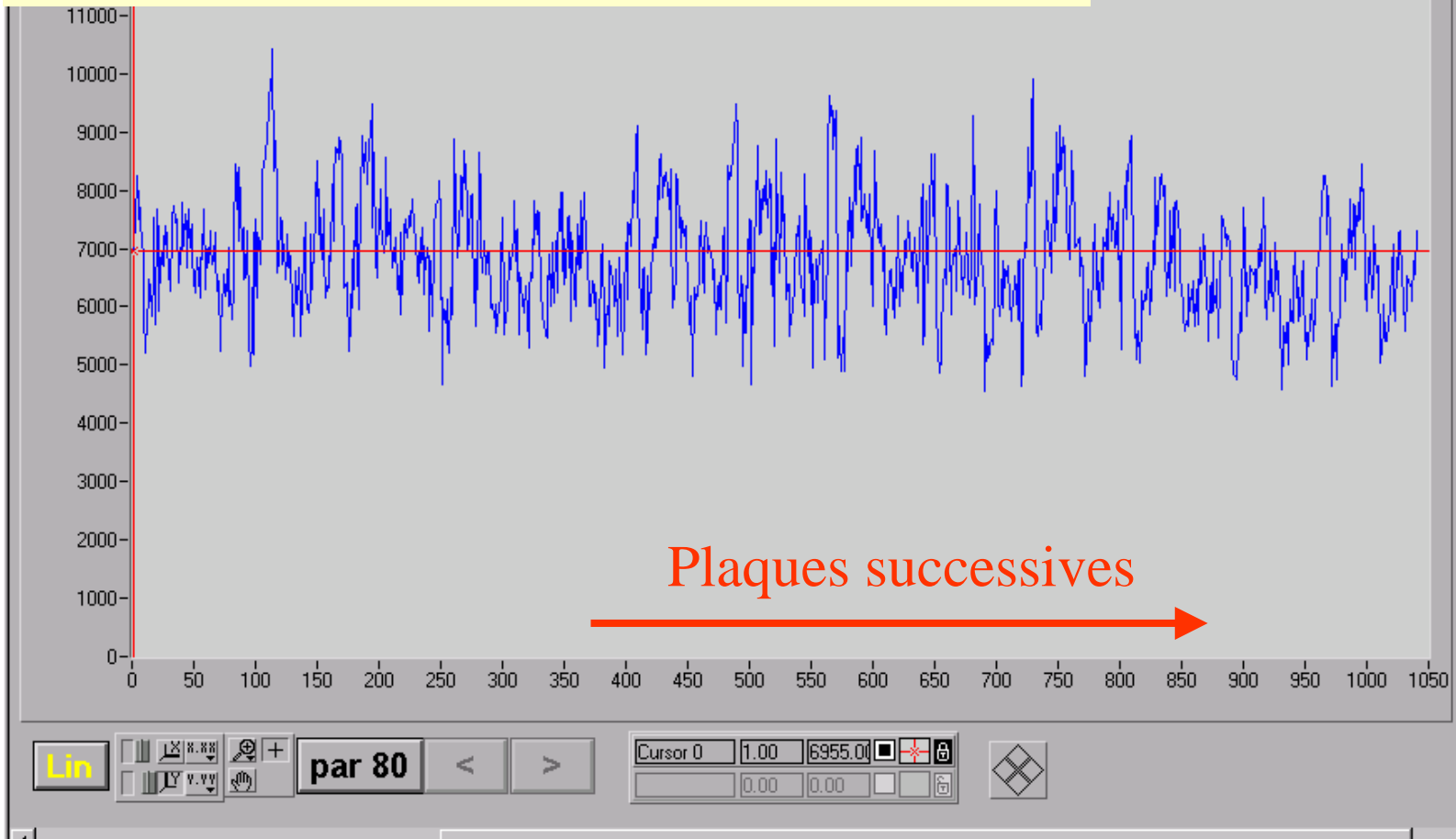
Des résultats ... « ... les trains arrivent à l'heure »



Homogénéité des temps critiques



Conséquence sur le test biologique :
Homogénéité !!



Ligne de base correcte
pour le test biologique

Plaques successives



Analyse de pannes

.....

- Analyse de fichiers « log »

exemple : « time out »
et perte de synchronisation entre appareils

➔ calculs de durées

Analyse de pannes : surveillance ...

Exemple



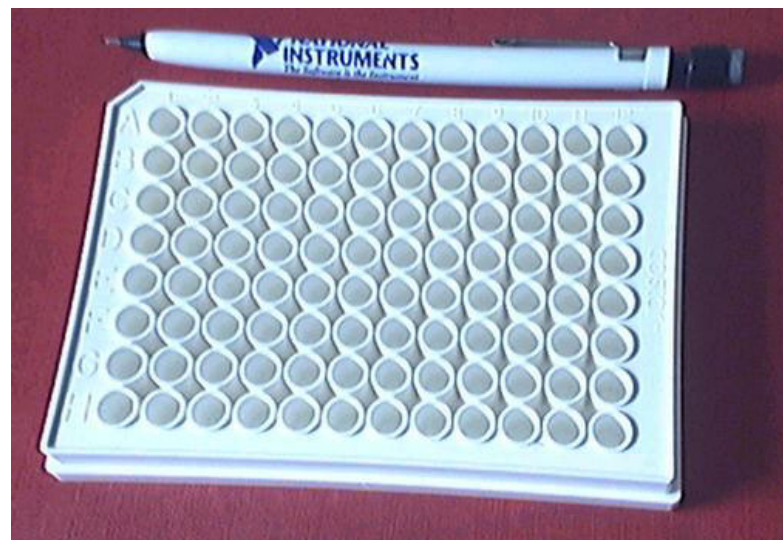
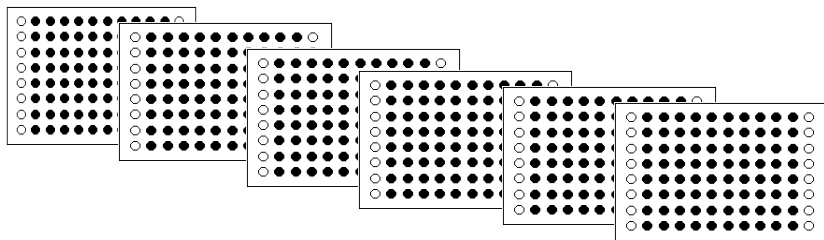
Robotique de laboratoire : Les données générées

```
Tissu22_Purif4_C.val - Bloc-notes
Fichier Edition Format ?
Tissu22_Purif4_C01G,LUMistar,SCREEN_P2,Cell{001},28/09/01,20:05:49,96
,0000141,0001643,0001527,0001748,0001599,0001317,0001272,0001463,0001
311,0001376,0001259,0000086,0000116,0001155,0000953,0001468,0001031,0
001291,0001122,0000968,0001118,0001299,0001007,0000056,0000109,000140
5,0001357,0001329,0001344,0001294,0001093,0001395,0001233,0001482,000
0825,0000053,0000135,0001380,0001053,0001166,0001056,0001537,0001416,
0001555,0001518,0001202,0001270,0000098,0000809,0001075,0001513,00014
74,0001203,0001210,0001250,0001215,0001197,0001369,0001120,0000689,00
00763,0000988,0001109,0001121,0001179,0001085,0000941,0000848,0001241
,0001057,0000797,0000579,0000766,0000950,0000964,0001151,0001152,0001
185,0001069,0001240,0000860,0000762,0000798,0000514,0000846,0001020,0
000948,0001114,0000886,0001050,0001052,0000965,0001002,0000852,000094
4,0000499,END,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
Tissu22_Purif4_C02G,LUMistar,SCREEN_P2,Cell{003},28/09/01,20:35:40,96
,0000176,0001318,0001886,0001434,0001672,0001450,0001442,0001552,0001
718,0001340,0001284,0000095,0000102,0001155
001322,0001111,0001137,0001169,0001302,0000
8,0001246,0001021,0001445,0001316,0001081,0
0870,0000074,0000148,0001219,0001311,000104
0001834,0001294,0001428,0001438,0000090,000
80,0001238,0001115,0001225,0001094,0001184,
00948,0001311,0001251,0001318,0001073,00012
,0000973,0000961,0000740,0000643,0001035,00
186,0001108,0001264,0001121,0000869,0000955
000998,0001081,0001265,0001054,0001136,0001
0,0000752,END,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
Tissu22_Purif4_C03G,LUMistar,SCREEN_P2,Cell
,0000161,0001531,0001169,0001528,0001513,00
616,0001477,0001429,0000119,0000099,0001126
001168,0000993,0001083,0001212,0001248,0001
8,0001373,0001419,0001295,0001310,0001272,0
1079,0000078,0000152,0001190,0001204,000115
```

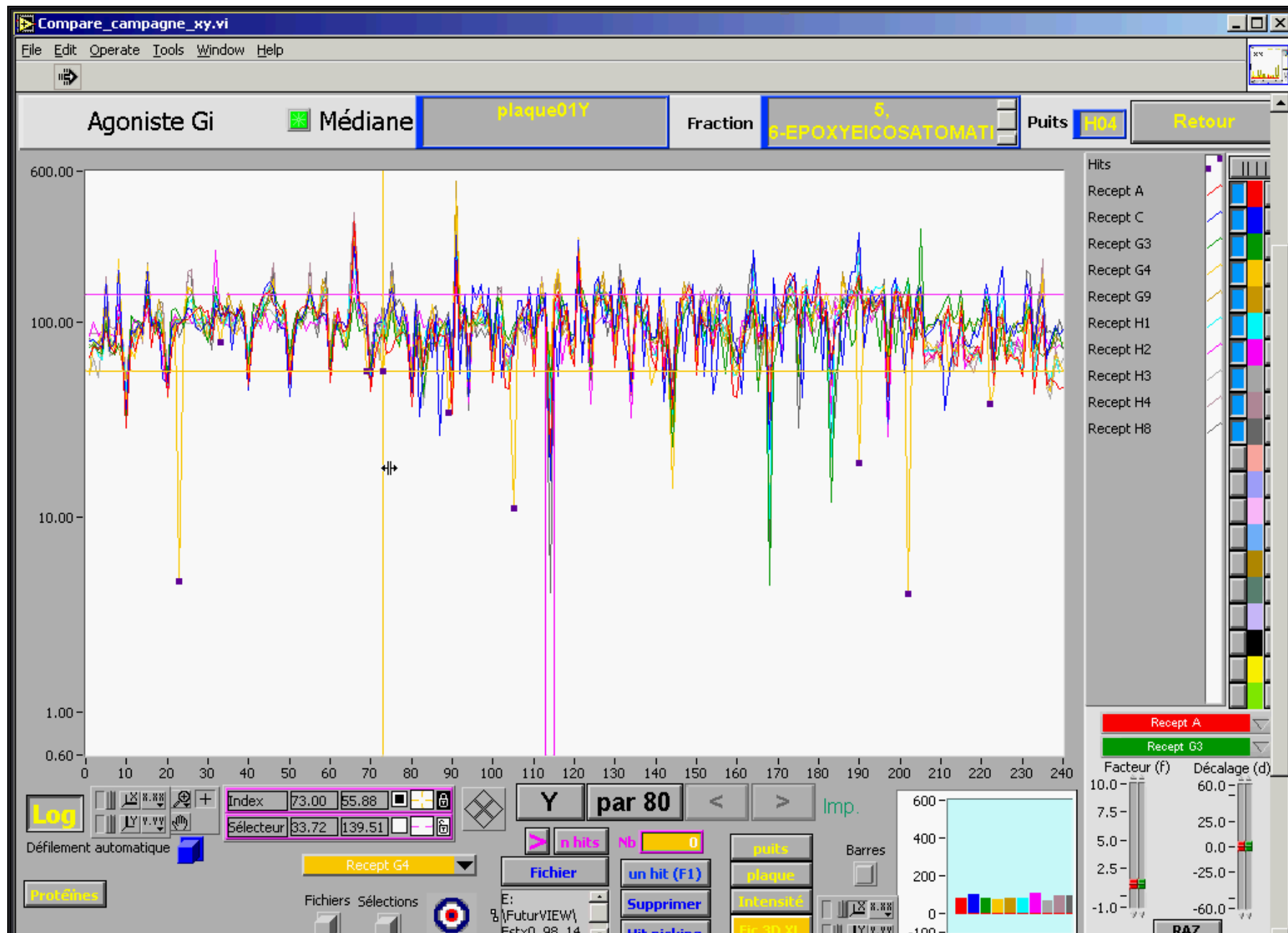
```
Tissu22_Purif4_C.prd - Bloc-notes
Fichier Edition Format ?
Tissu22_Purif4_C02G;003;03;A;82;;DMSO;1.00E-03;300;25-JUL-2001;;
Tissu22_Purif4_C02G;004;04;A;83;;DMSO;1.00E-03;300;25-JUL-2001;;
Tissu22_Purif4_C02G;005;05;A;84;;DMSO;1.00E-03;300;25-JUL-2001;;
Tissu22_Purif4_C02G;006;06;A;85;;DMSO;1.00E-03;300;25-JUL-2001;;
Tissu22_Purif4_C02G;007;07;A;86;;DMSO;1.00E-03;300;25-JUL-2001;;
Tissu22_Purif4_C02G;008;08;A;87;;DMSO;1.00E-03;300;25-JUL-2001;;
Tissu22_Purif4_C02G;009;09;A;88;;DMSO;1.00E-03;300;25-JUL-2001;;
Tissu22_Purif4_C02G;010;10;A;89;;DMSO;1.00E-03;300;25-JUL-2001;;
Tissu22_Purif4_C02G;011;11;A;90;;DMSO;1.00E-03;300;25-JUL-2001;;
Tissu22_Purif4_C02G;014;02;B;100;;DMSO;1.00E-03;300;25-JUL-2001;;
Tissu22_Purif4_C02G;015;03;B;99;;DMSO;1.00E-03;300;25-JUL-2001;;
Tissu22_Purif4_C02G;016;04;B;98;;DMSO;1.00E-03;300;25-JUL-2001;;
Tissu22_Purif4_C02G;017;05;B;97;;DMSO;1.00E-03;300;25-JUL-2001;;
Tissu22_Purif4_C02G;018;06;B;96;;DMSO;1.00E-03;300;25-JUL-2001;;
Tissu22_Purif4_C02G;019;07;B;95;;DMSO;1.00E-03;300;25-JUL-2001;;
Tissu22_Purif4_C02G;020;08;B;94;;DMSO;1.00E-03;300;25-JUL-2001;;
Tissu22_Purif4_C02G;021;09;B;93;;DMSO;1.00E-03;300;25-JUL-2001;;
```

Robotique de laboratoire : l'analyse

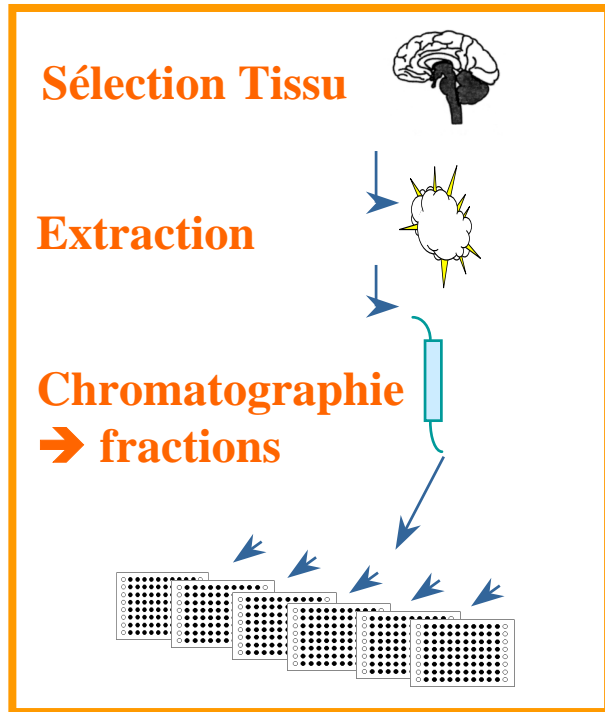
Chimiothèques



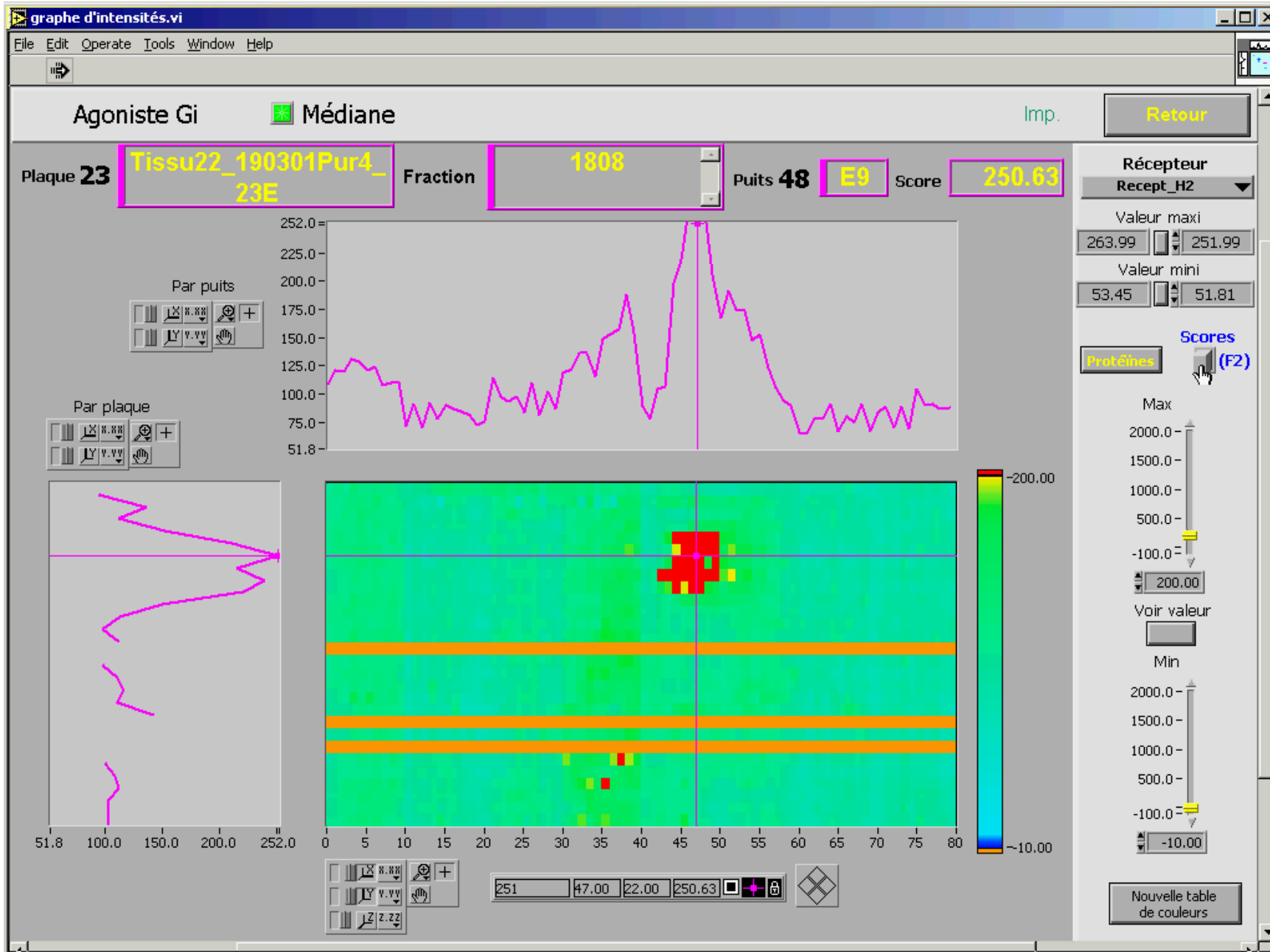
■ Screening produits chimiques



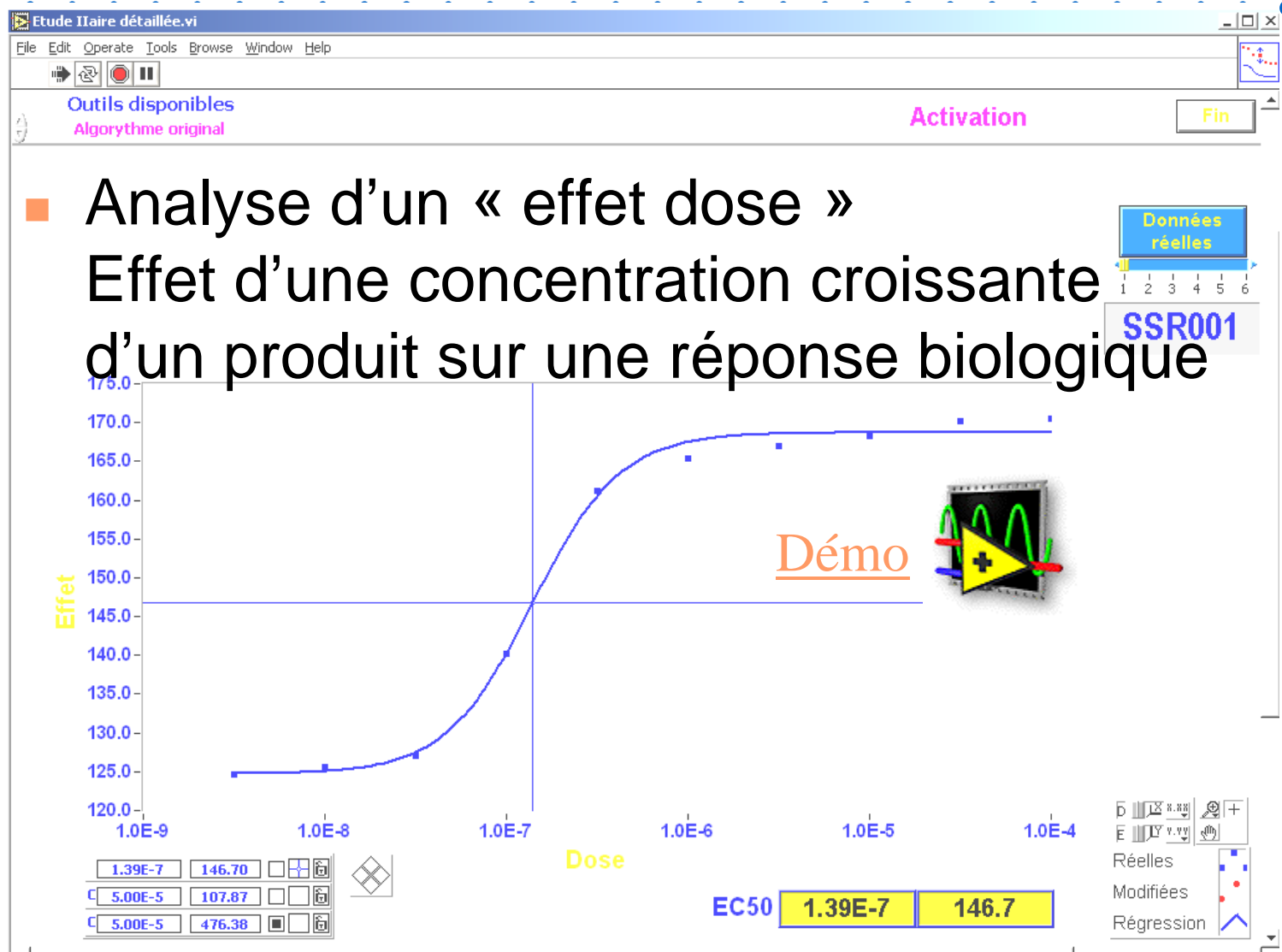
Robotique de laboratoire : l'analyse



■ Purification assistée



Le chercheur reste « maître à bord »



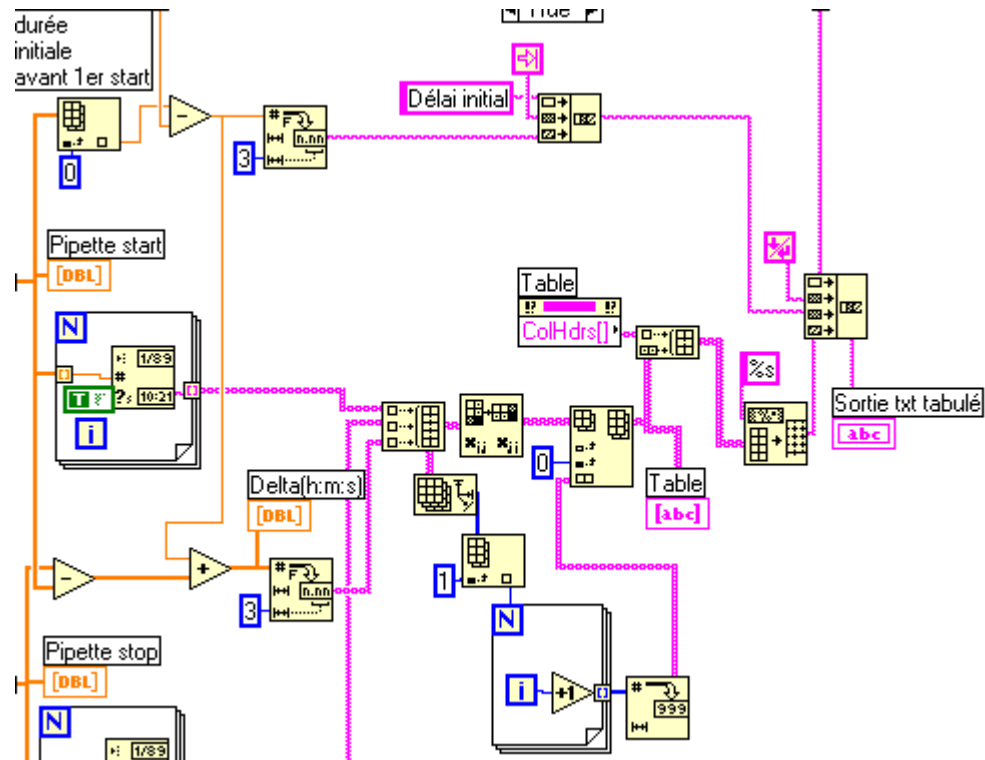
Il reste « responsable »

.....

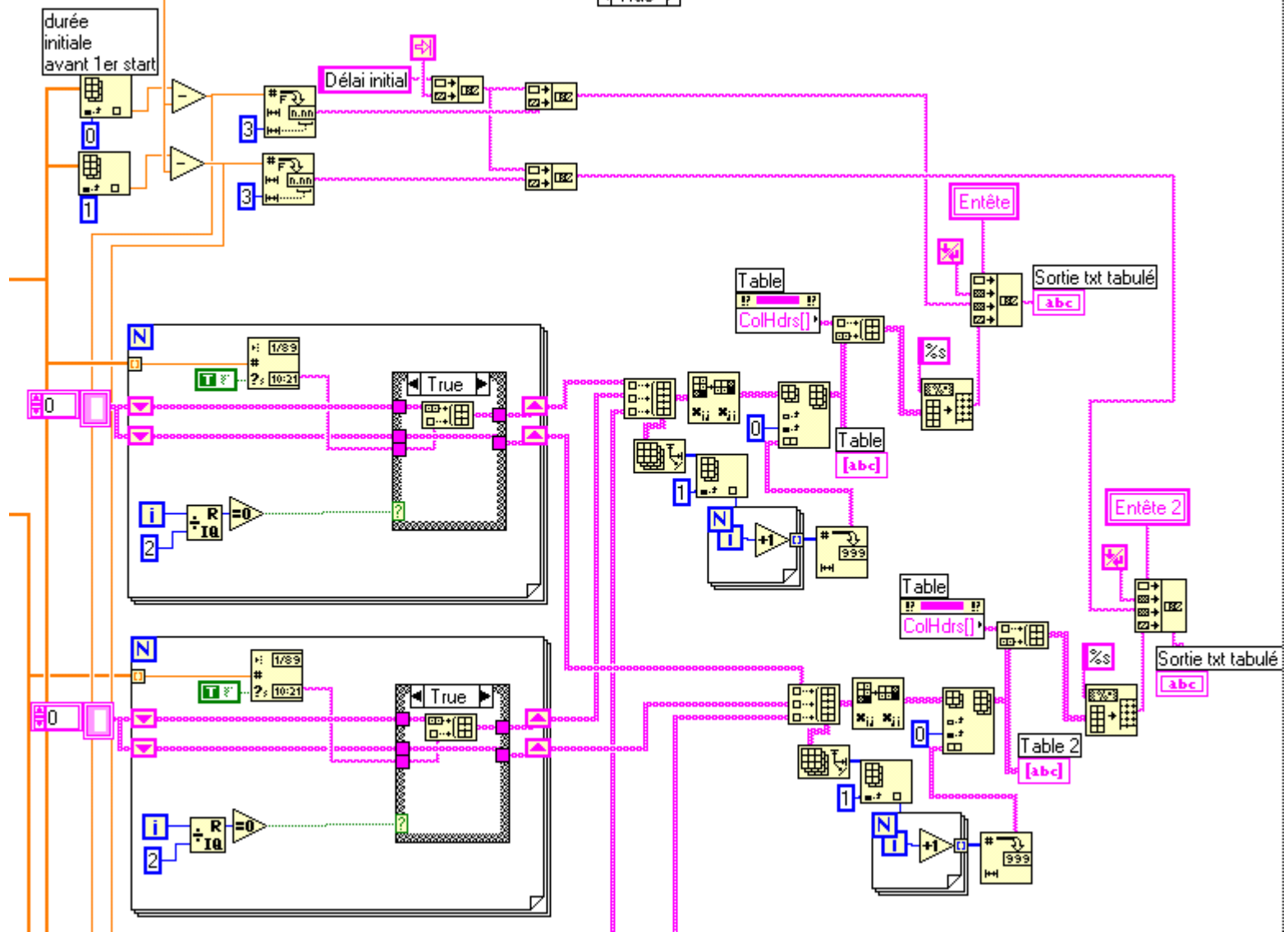
- Lui permettre de jouer avec ses données
- Lui indiquer la faiblesse éventuelle de son set de données
- Le mettre en garde sur les outils, les modèles
- Lui permettre de réfléchir en « biologiste »

Conception ...

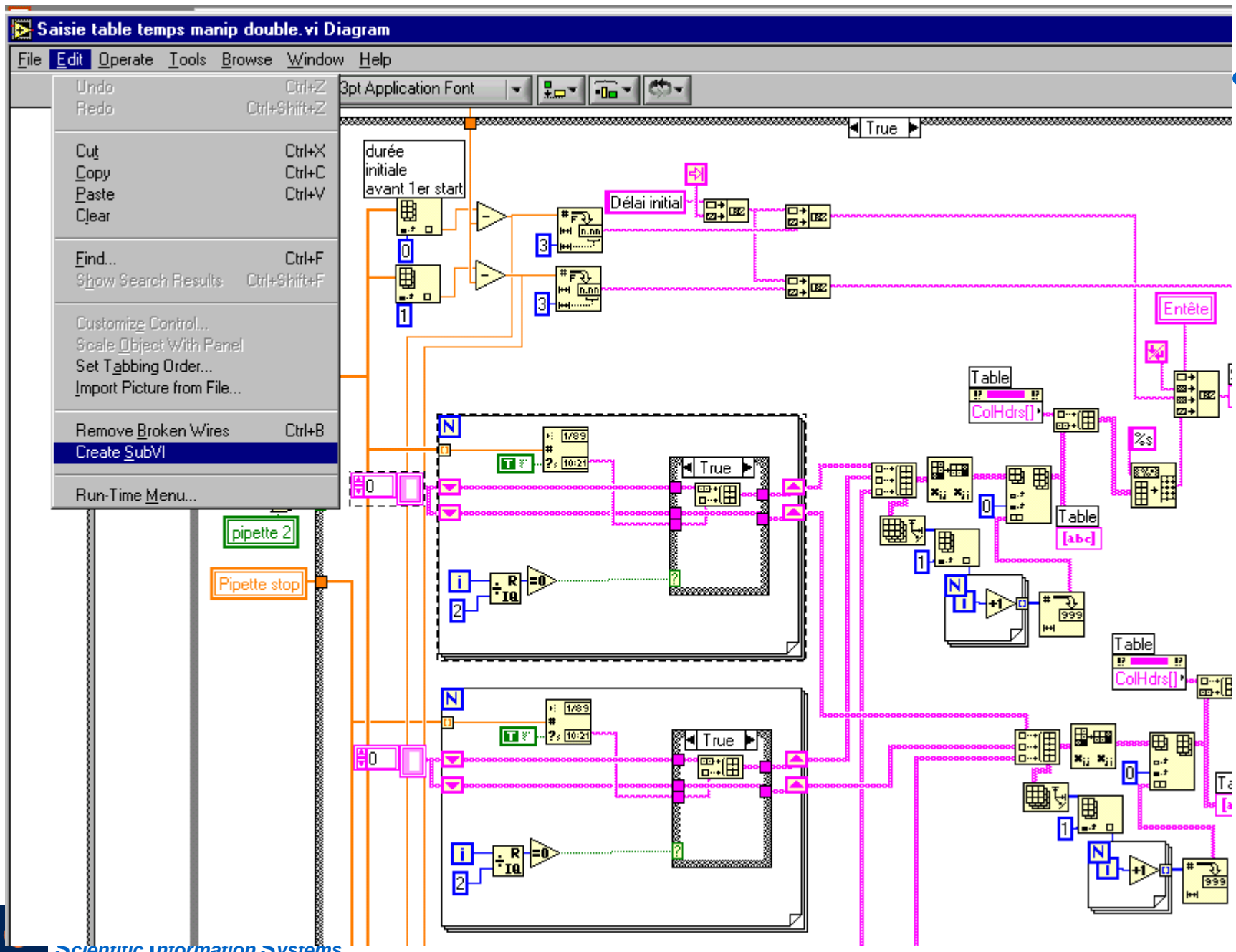
■ Un petit bout de code ...



La spécification a évolué : nouvelle version plus complexe (en plus de la première version)



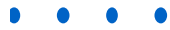
Si j'osais ?



• •



• •



On y prend goût !

aisie table temps manip double.vi Diagram *

Edit Operate Tools Browse Window Help

Undo Move Ctrl+Z
Redo Replace Ctrl+Shift+Z

Cut Ctrl+X
Copy Ctrl+C
Paste Ctrl+V
Clear

Find... Ctrl+F
Show Search Results Ctrl+Shift+F

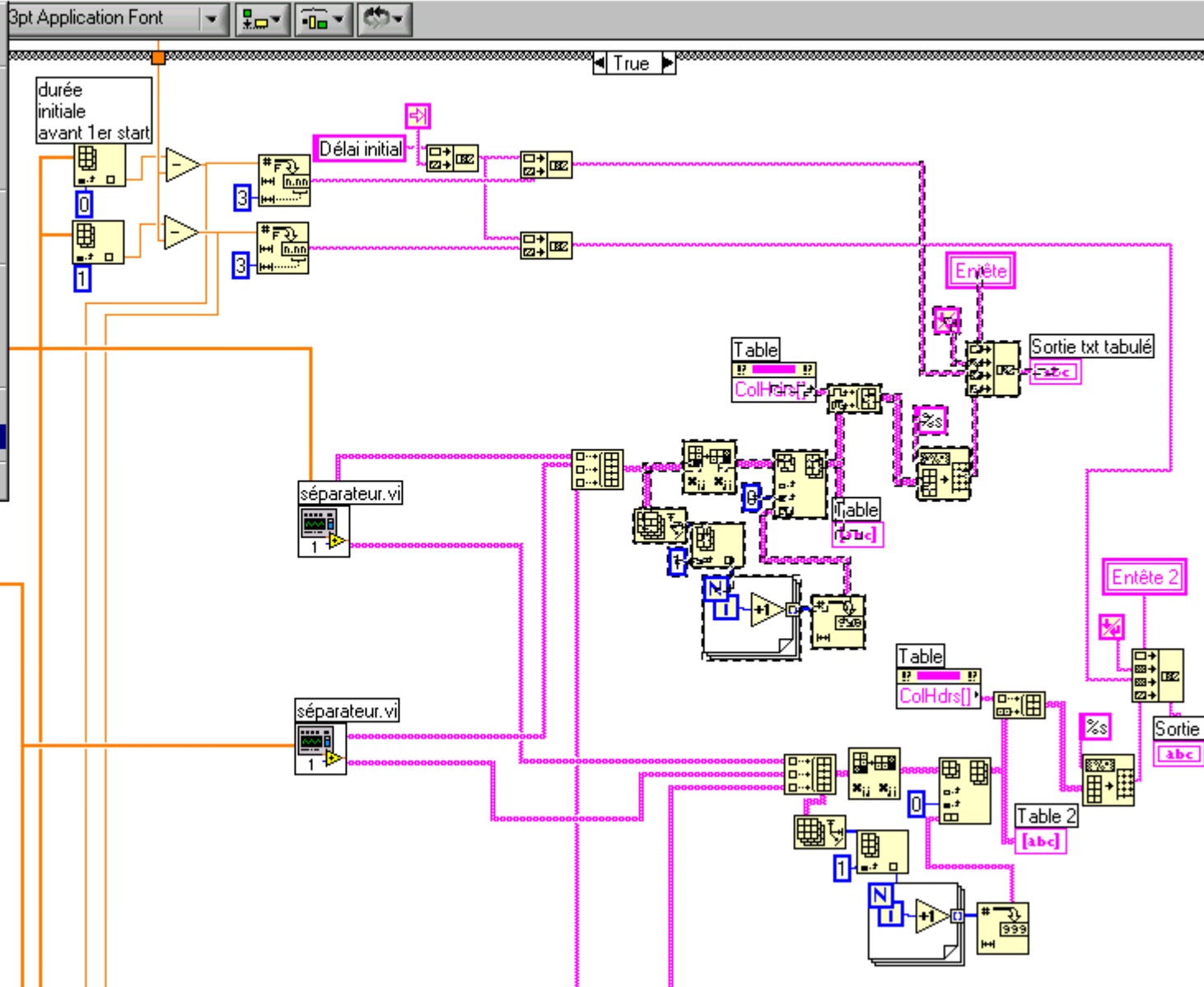
Customize Control...
Scale Object With Panel
Set Tabbing Order...
Import Picture from File...

Remove Broken Wires Ctrl+B
Create SubVI

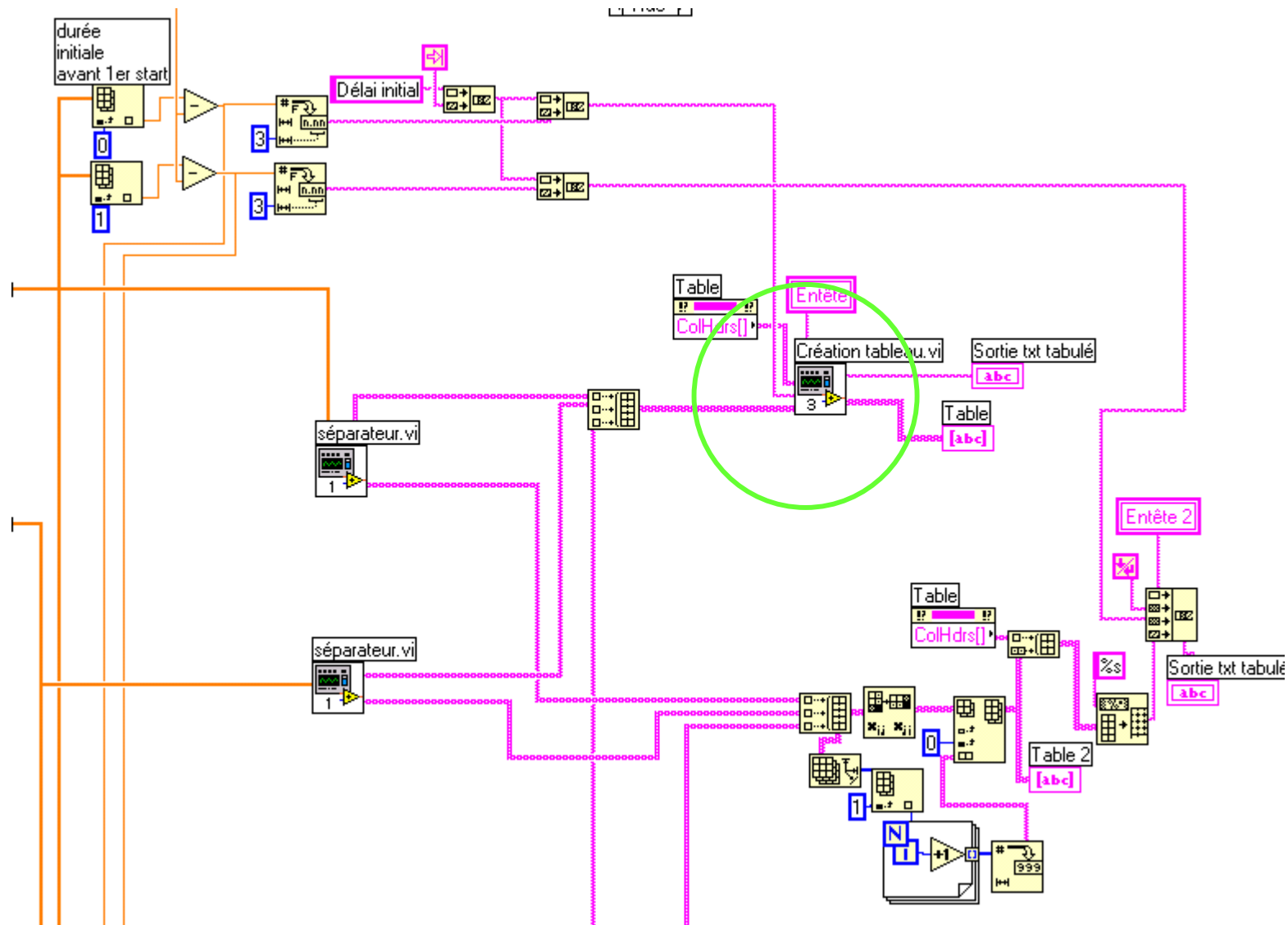
Run-Time Menu...

pipette 2

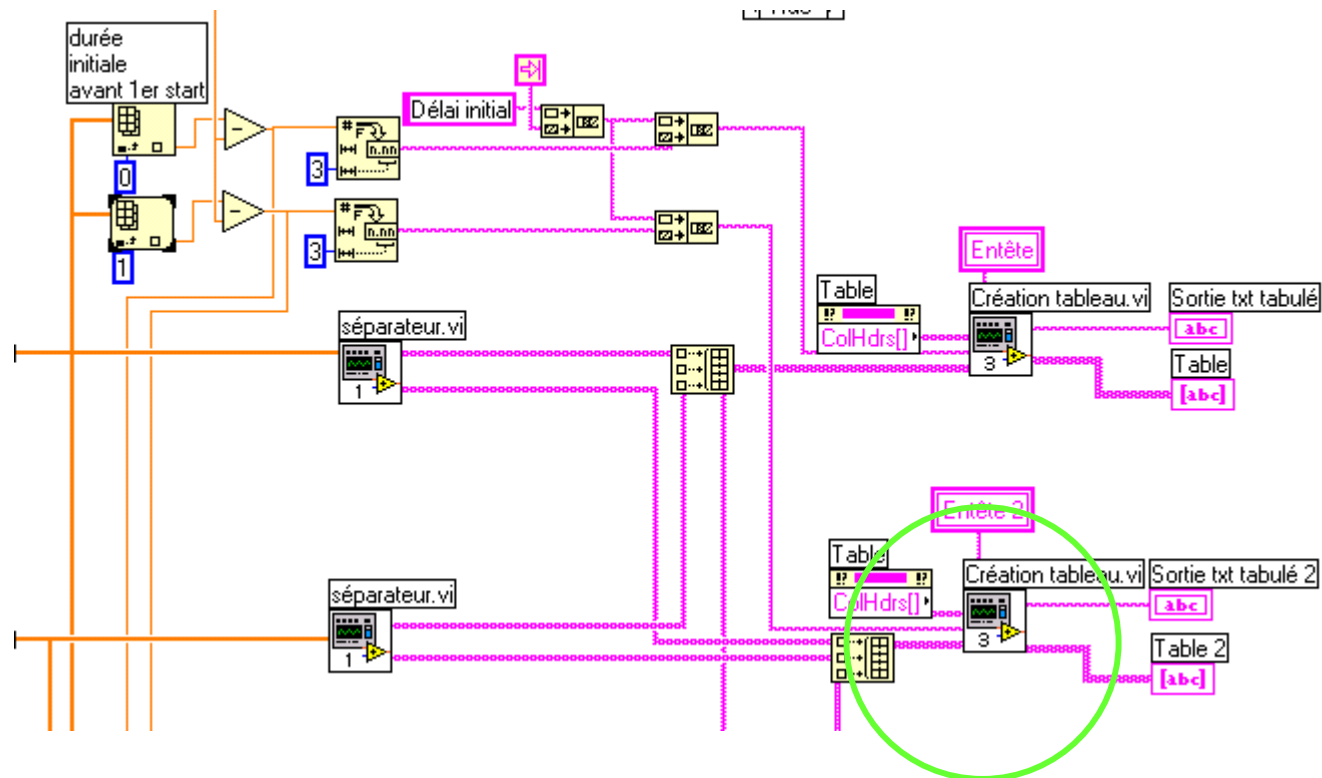
Pipette stop



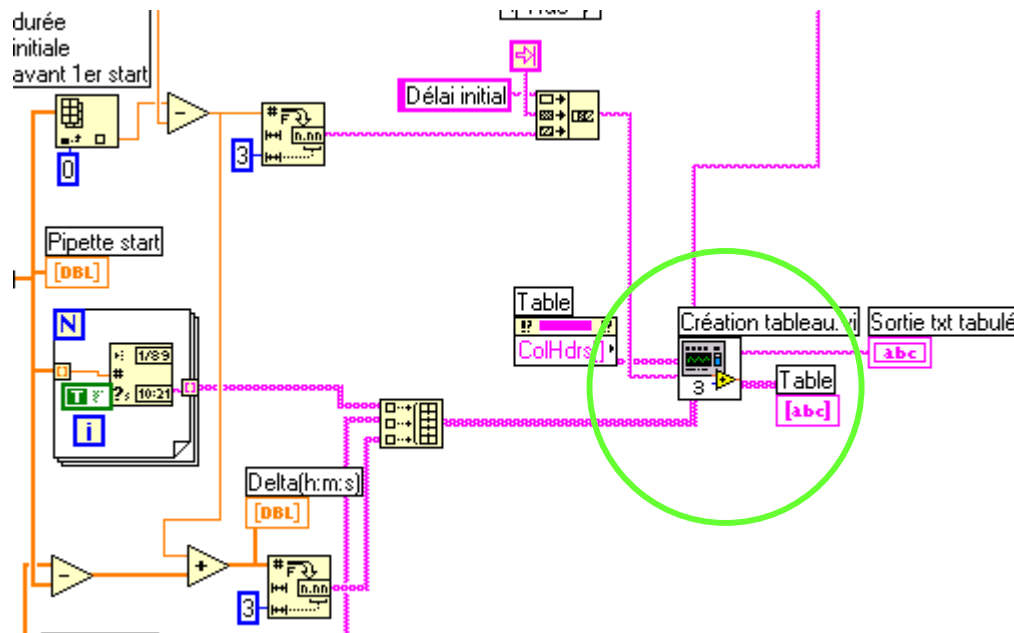
Et hop !



Encore !



Même dans le calcul initial !



Finalemment ...

.....

Au niveau conception :
on a peaufiné la spécification en ayant :

- Une première version opérationnelle et donc un retour utilisateur
- Une version complétée opérationnelle
- Une simplification et une modularisation du code
- Une réutilisabilité augmentée

Et des utilisateurs satisfaits !!

Two of Murphy's laws

.....

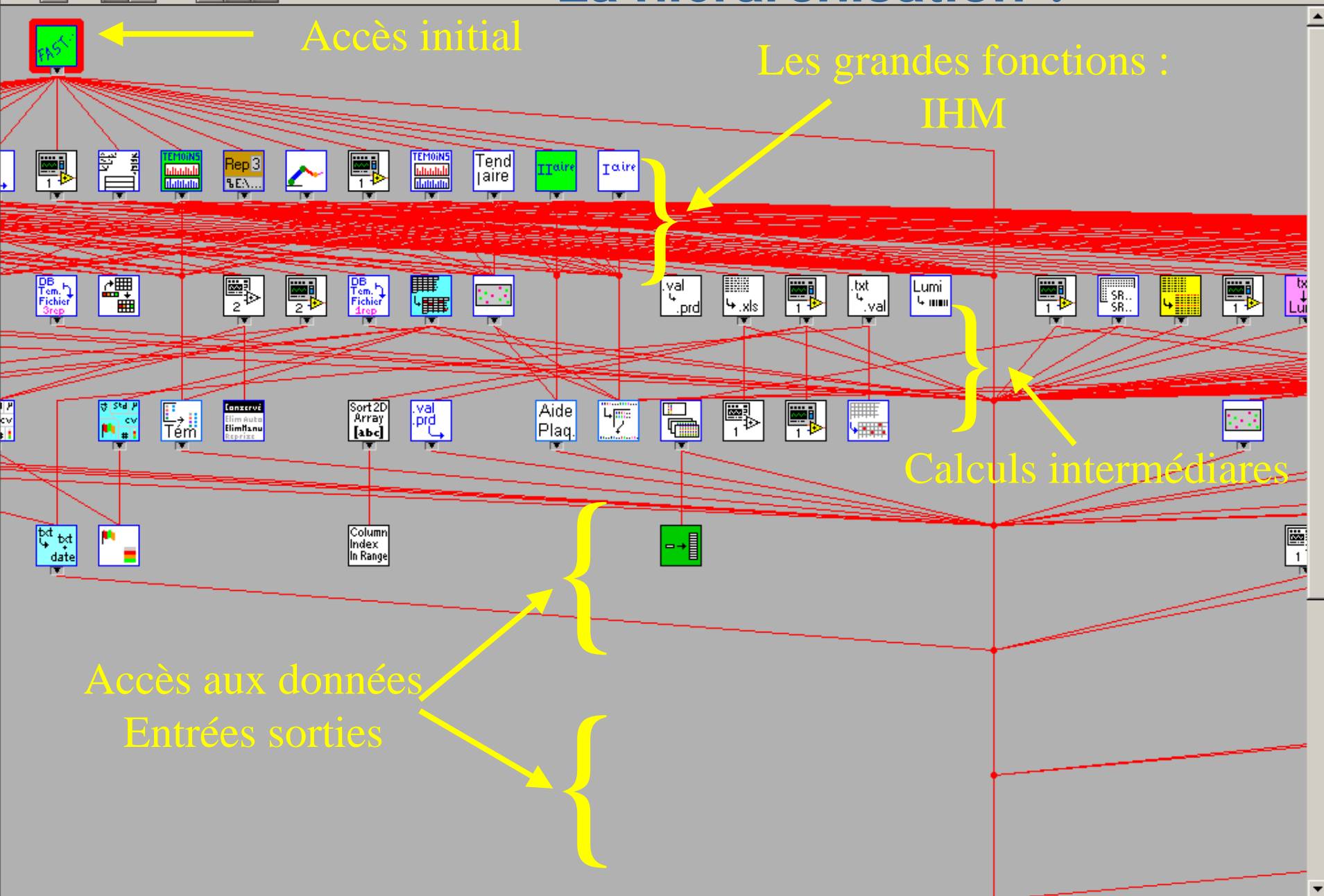
- « Each computer code has five bugs, and this number does not depend on how many bugs have been already found (it is conservative). »
- « Debugging is at least twice as hard as writing the program in the first place. So if your code is as clever as you can possibly make it, then by definition you're not smart enough to debug it. »

Complexité et « déverminage »

.....

- Hiérarchie
- Debugger
- Sondes (probes)
- Face avant sur modules cachés
- Gestion des variables globales
- Profiler
- ...

La hiérarchisation ?



Test unitaire / Test d'intégration ?

.....

- Les raffinements qui font la différence ...

grâce à la gestion hiérarchique :

➔ « test unitaire intégré »

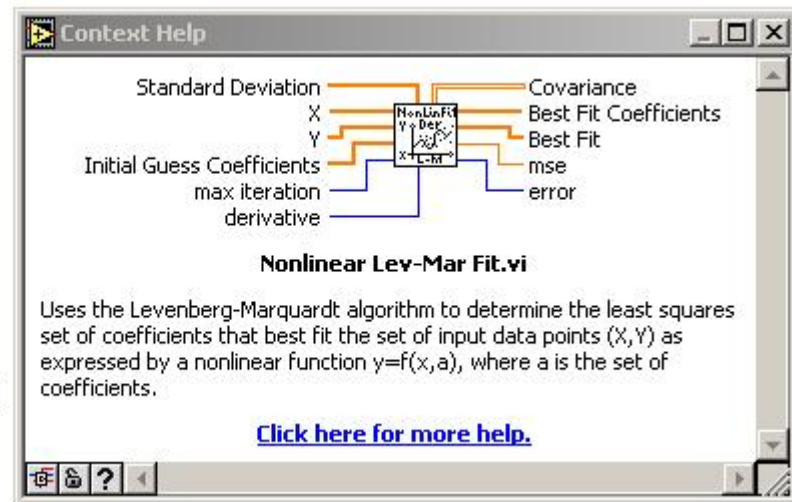
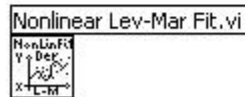
- Données réelles ou réalistes (formats, volumétrie) :

- récupérer des données sur un fil,
- créer une constante
- écrire le code d'un nouveau module

➔ intégration plus sûre

Boîte noire ?

- Nombreux modules écrits en LabVIEW (avec leurs sous-vi) et la documentation utilisateur



Doc. utilisateur = Doc. informatique ?!

Regrets ...

- Code fermé ?
Ex : VIs du « DSC » avec password...
- Pire : Active X, CINs, DLL (ex : 3D graph, Report, ...)
- L'indépendance entre plate-forme n'est-elle pas le meilleur gage de la compatibilité ascendante ?

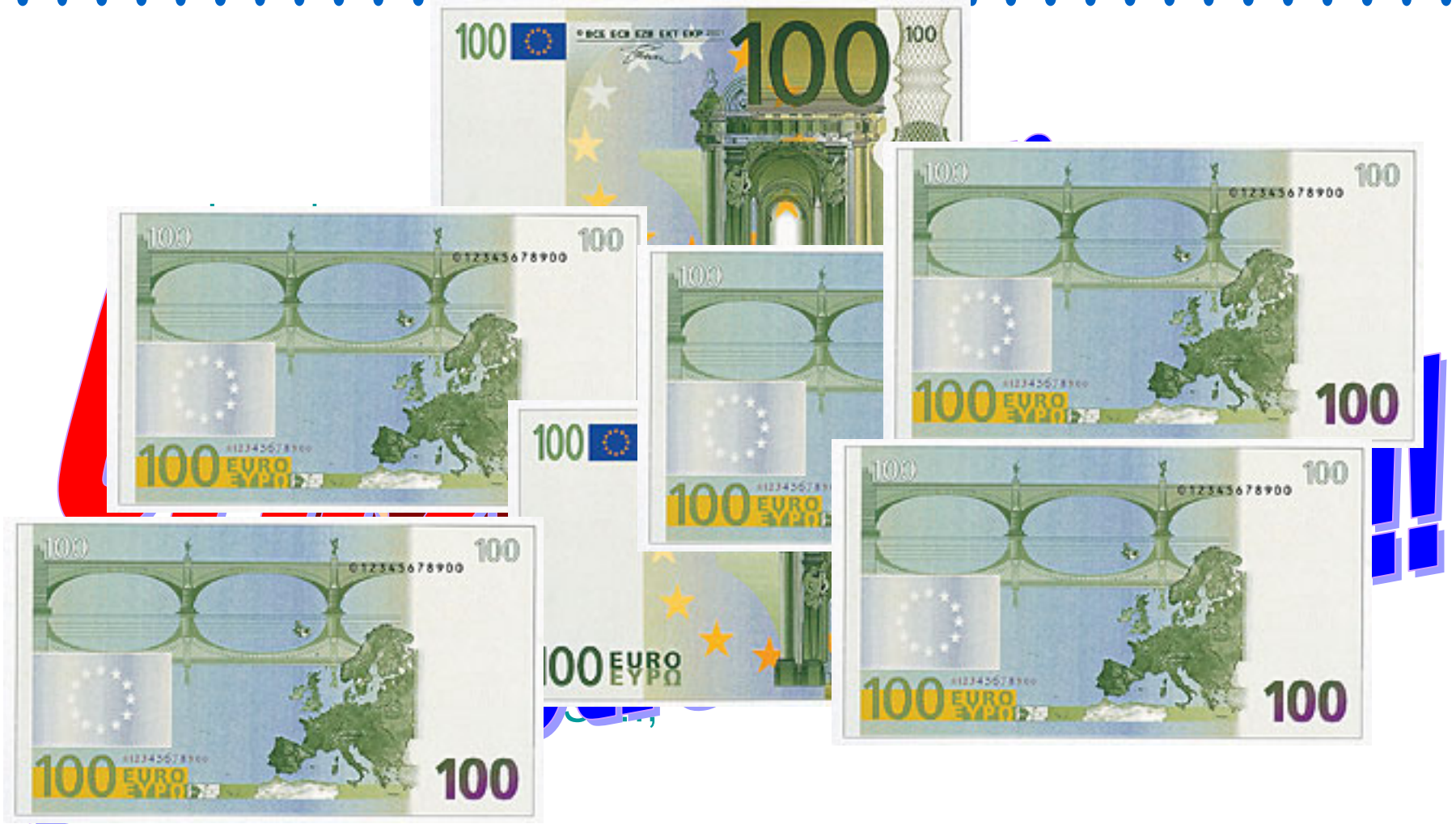
Exemple



Pas d'installation !!

Copier / coller sous Windows 2000 !!

Les maladies ...



Et les applications complexes ?

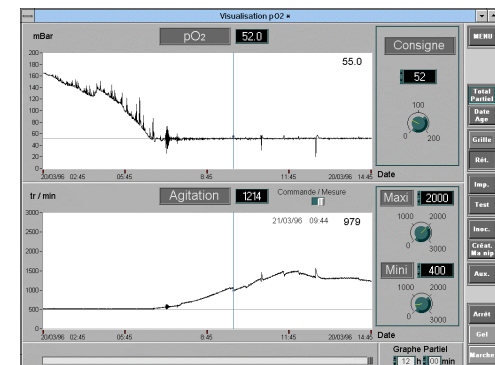
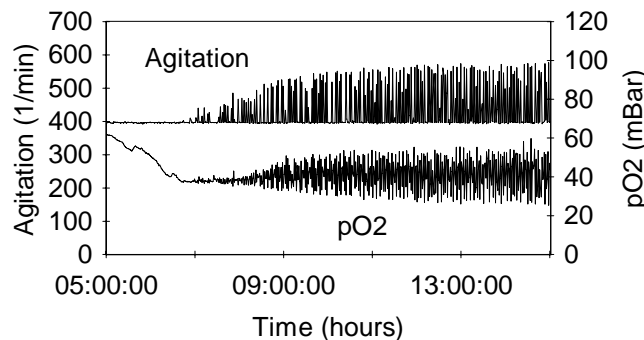
.....

- Sont-elles mieux définissables à priori ?
- Maquettes / prototypes : quand ils sont fonctionnels, faut-il tout refaire ?
Avec un autre langage ?
- Conception / simulation / modélisation ?

Exemple

Implémenter un régulateur de pO₂

- utilisateur : améliorer la régulation
- automaticien : tolérance, variabilité, précision, robustesse ???
- informaticien : interfaces, formats, visualisations ???
- biologiste : ???... pas à priori de réponse chiffrée objective mais voudrait bien voir avant de répondre !!!



Démarche

.....

Utiliser un espace de travail commun où

- les programmeurs peuvent implémenter et tester
 - les fonctions informatiques
 - la communication « hardware »
 - et les interfaces du système
- les automaticiens peuvent simuler et mettre au point
 - les algorithmes d'identification et de contrôle
- les biologistes peuvent affiner leurs besoins et spécifications
 - d'interface de contrôle / commande,
 - de visualisation de données temps réel et historiques,
 - et de paramétrage des automatismes

- mode réel / mode simulé co-existe dans le code E/S / « boîte à boutons » et simulateurs BDTR (espaces de données) distinctes
- choix contrôlé au démarrage

Contrôle / commande d'un bioréacteur

.....

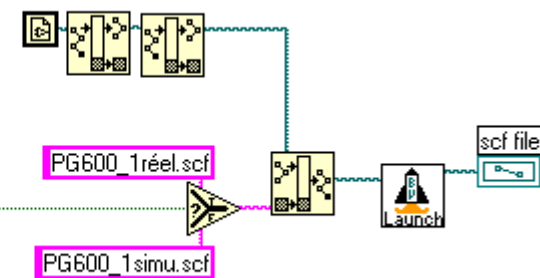
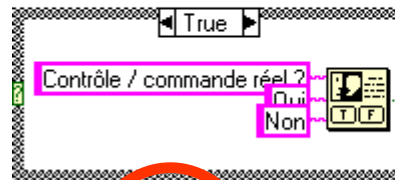
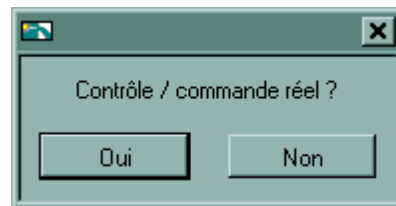


La clé

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
6	PG_AI@6_4	Analog			Input	FieldPoint	4_pH(mesure)		N/A	PG_AI@6
7	PG_AI@6_5	Analog			Input	FieldPoint	5_pO2(mesure)		N/A	PG_AI@6
8	PG_AI@6_6	Analog			Input	FieldPoint	6_Pesage		N/A	PG_AI@6
9	PG_AI@6_7	Analog			Input	FieldPoint	7_		N/A	PG_AI@6
10	PG_AI@6_AI	String			Input	FieldPoint	All		32	PG_AI@6
11	PG_AO@7_0	Analog			Input/Output	FieldPoint	0_Vitesse_Agit(consigne)		N/A	PG_AO@7
12	PG_AO@7_1	Analog			Input/Output	FieldPoint	1_SPQAir1819_Debit_Air(c		N/A	PG_AO@7
13	PG_AO@7_2	Analog			Input/Output	FieldPoint	2_PCV1807X		N/A	PG_AO@7

Réel

Lancement moteur BridgeVIEW



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
6	PG_AI@6_4	Analog			Memory	FieldPoint	4_pH(mesure)		N/A	PG_AI@6
7	PG_AI@6_5	Analog			Memory	FieldPoint	5_pO2(mesure)		N/A	PG_AI@6
8	PG_AI@6_6	Analog			Memory	FieldPoint	6_Pesage		N/A	PG_AI@6
9	PG_AI@6_7	Analog			Memory	FieldPoint	7_		N/A	PG_AI@6
10	PG_AI@6_AI	String			Memory	FieldPoint	All		32	PG_AI@6
11	PG_AO@7_0	Analog			Memory	FieldPoint	0_Vitesse_Agit(consigne)		N/A	PG_AO@7
12	PG_AO@7_1	Analog			Memory	FieldPoint	1_SPQAir1819_Debit_Air(c		N/A	PG_AO@7
13	PG_AO@7_2	Analog			Memory	FieldPoint	2_PCV1807X		N/A	PG_AO@7

Simulé

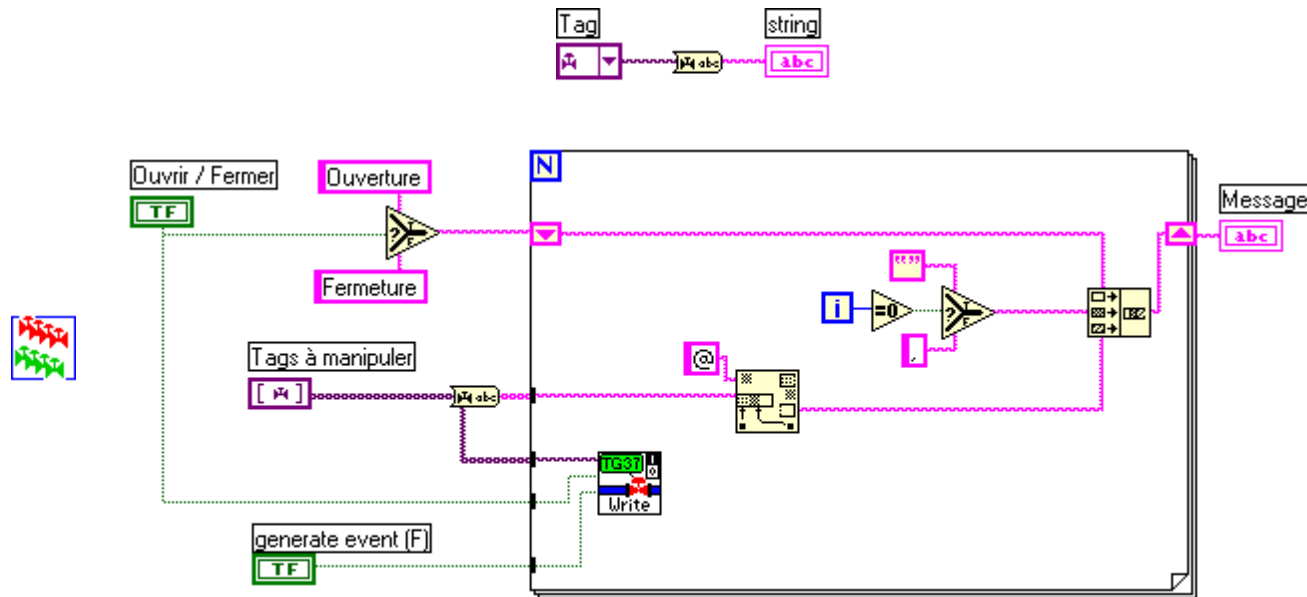
Simulons ...

.....

- Stérilisons un bioréacteur !!

??

Quand les spécifications deviennent une conséquence
de la programmation ...



17/10/2002 11:02:14 : rct_stérilisation garniture.vi

Envoi vapeur : Ouverture 5_6_XV1111X, 5_9_XV1114X, 5_10_XV1115X

Conclusion

