CONTRÔLE ET OPTIMISATION DE LA DISTILLATION CHARENTAISE À L'ÉCHELLE PILOTE

Alain SOMMIER, Christophe CHIPEAUX, Martine DECLOUX,

Gérald FERRARI, Bernard GALY, L. LURTON

Plan

- Le Cognac d’hier à aujourd’hui
- Contexte et enjeux de l’étude
  - Problématique
  - Cahier des charges
  - Solution retenue
- Conduite de la bonne chauffe
  - Mode manuel
  - Mode automatique
- Résultats
- Conclusions & perspectives

Historiquement…

- Issus d'un vignoble de qualité, transportés par bateaux vers les pays d'Europe du Nord, les vins de Poitou, de La Rochelle et d'Angoumois font, dès le XIIIe siècle, le bonheur des Anglais, des Hollandais et des Scandinaves.
- A partir du XVIIe siècle, ils sont transformés en eaux-de-vie, puis bonifiés en fûts de chêne pour devenir Cognac. Ainsi débute l'aventure d'une ville qui va devenir la capitale d'un commerce de renommée mondiale.

Aujourd’hui…

- La production de Cognac c’est :
  - un chiffre d’affaires d’environ 1,6 milliards d’euros
  - des stocks s’élevant à un milliard de bouteilles
  - dans l’esprit, *plus un art* qu’une *technique*.

- *Produit de luxe dont l’image est à préserver et valoriser, le Cognac doit maintenir le créneau du haut de gamme par une qualité irréprochable [CR98].*

Évolution des expéditions de Cognac dans le monde (en million d’équivalent bouteilles dans 158 pays)

[CR98] CANTAGREL R., MAIGNIAL L., FERRARI G., SNAKKERS G. 1998 : Elaboration du Cognac ; la qualité se protège, gage de sécurité pour le consommateur. Bull. O.I.V., 813-814, 1031-1057

Obtention du cognac

Les vendanges

- Les vendanges peuvent débuter dès que le raisin est arrivé à maturité, en général au début du mois d'octobre pour se terminer à la fin de ce même mois.
- Le pressurage des grappes est effectué immédiatement après la récolte dans des pressoirs traditionnels horizontaux.

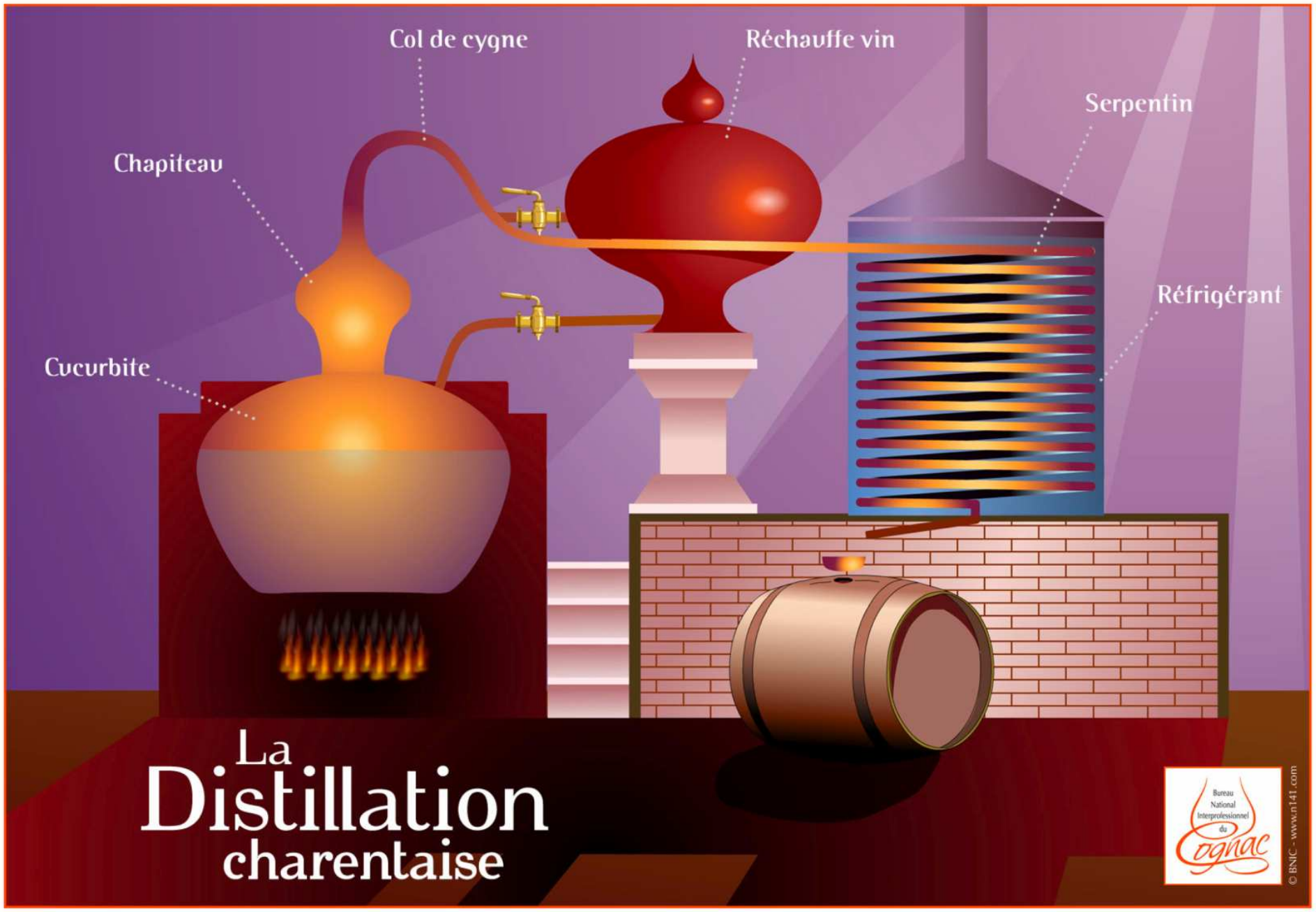
- Le jus obtenu est mis à fermenter aussitôt. La chaptalisation (adjonction de sucre) est interdite.

Pressurage et fermentation font l'objet d'une surveillance attentive car ils auront une influence déterminante sur la qualité finale de l'eau-de-vie.

L'alambic charentais

Il se compose :

- *d'une chaudière* de forme caractéristique chauffée à feu nu et surmontée
- *d'un chapiteau* en forme de tête de maure, d'olive ou d'oignon, prolongé par
- *un col de cygne* se transformant en serpentin et traversant
- *un b*



Une problématique du BNIC

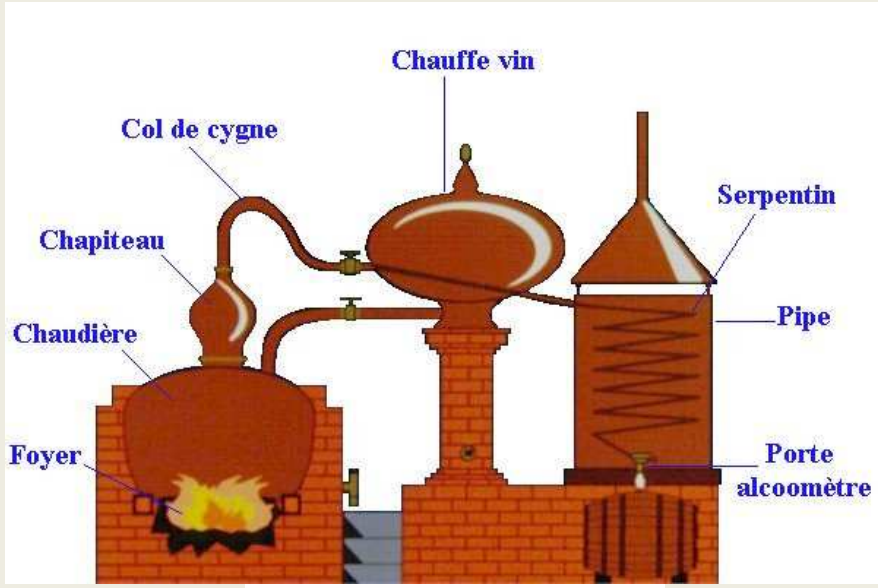
Dans le cadre de ses activités le BNIC est amené à :

- Réaliser des essais en grand volume demande une organisation et une mise en œuvre fastidieuses, avec de nombreuses contraintes. Un essai de distillation avec un alambic de 25hl de charge nécessite 5 chauffes de vin, soit 125 hl, pour pouvoir conduire une bonne chauffe par modalité et de nombreux mélanges se produisent à cause du recyclage des imparfaits. Il est donc impossible d'obtenir une eau-de-vie avec une traçabilité connue et maîtrisée depuis le raisin, sur un site industriel.

- En vue de diminuer les quantités de vin nécessaires et d'éviter les mélanges, l'idée de construire un atelier de distillation à l'échelle pilote qui reproduirait fidèlement le processus charentais, est née dans les années 1980

Une rencontre… *et une question.*

Comment contrôler & optimiser la distillation tout en traçant parfaitement les produit ???



Etat des lieux ?

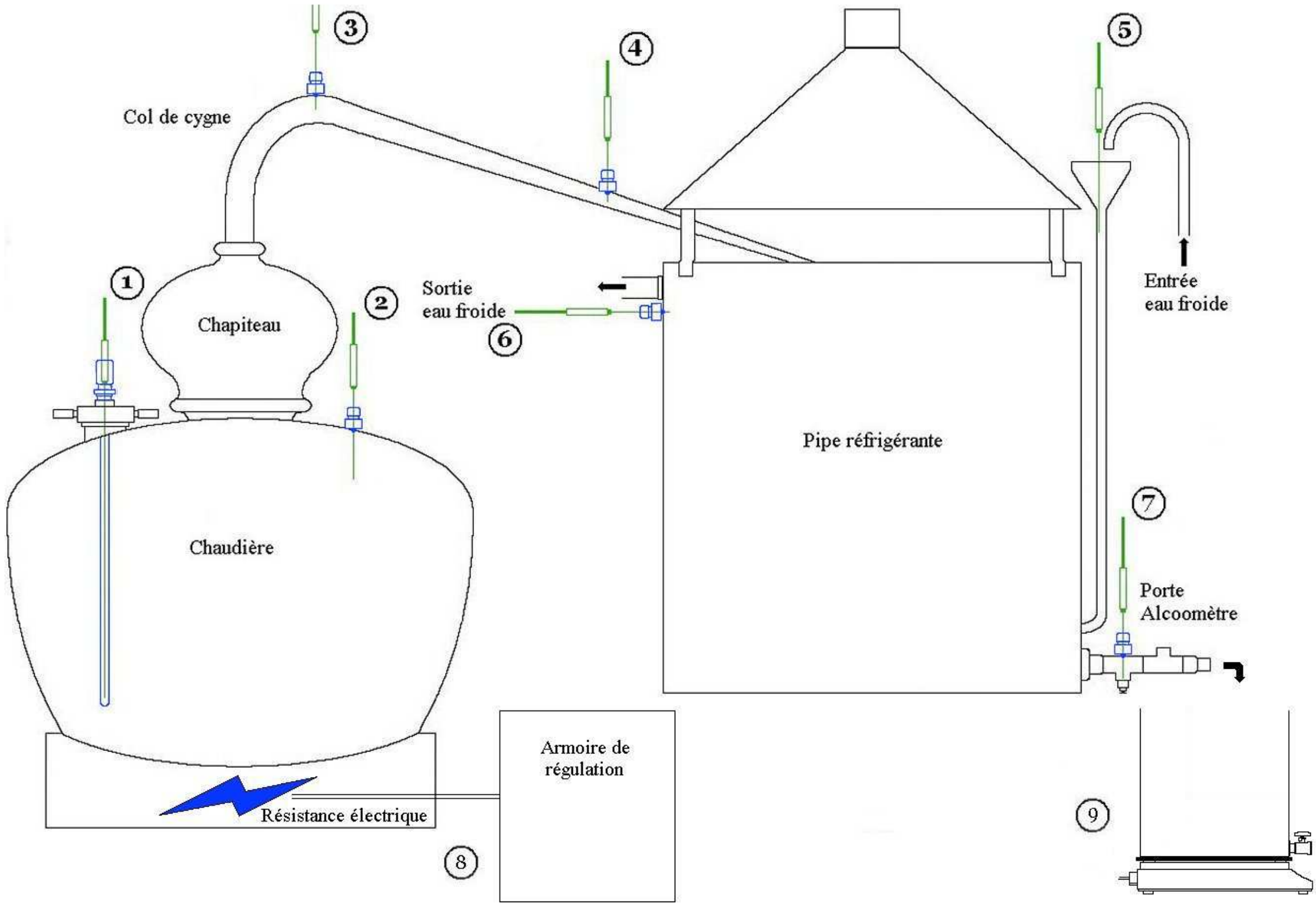
- 6 alambics dont :
  - 2 alambics de 70 litres (brouillis 120 hl en industrie)
  - 4 alambics de 14 litres (***bonne chauffe*** 30 hl en industrie)
- ***Aucune mesure en ligne***.
- ***Pilotage manuel*** de la puissance de chauffe par l'opérateur.
- Changement de régime de chauffe en « ***palpant*** » les tuyaux.
- …

Cahier des charges

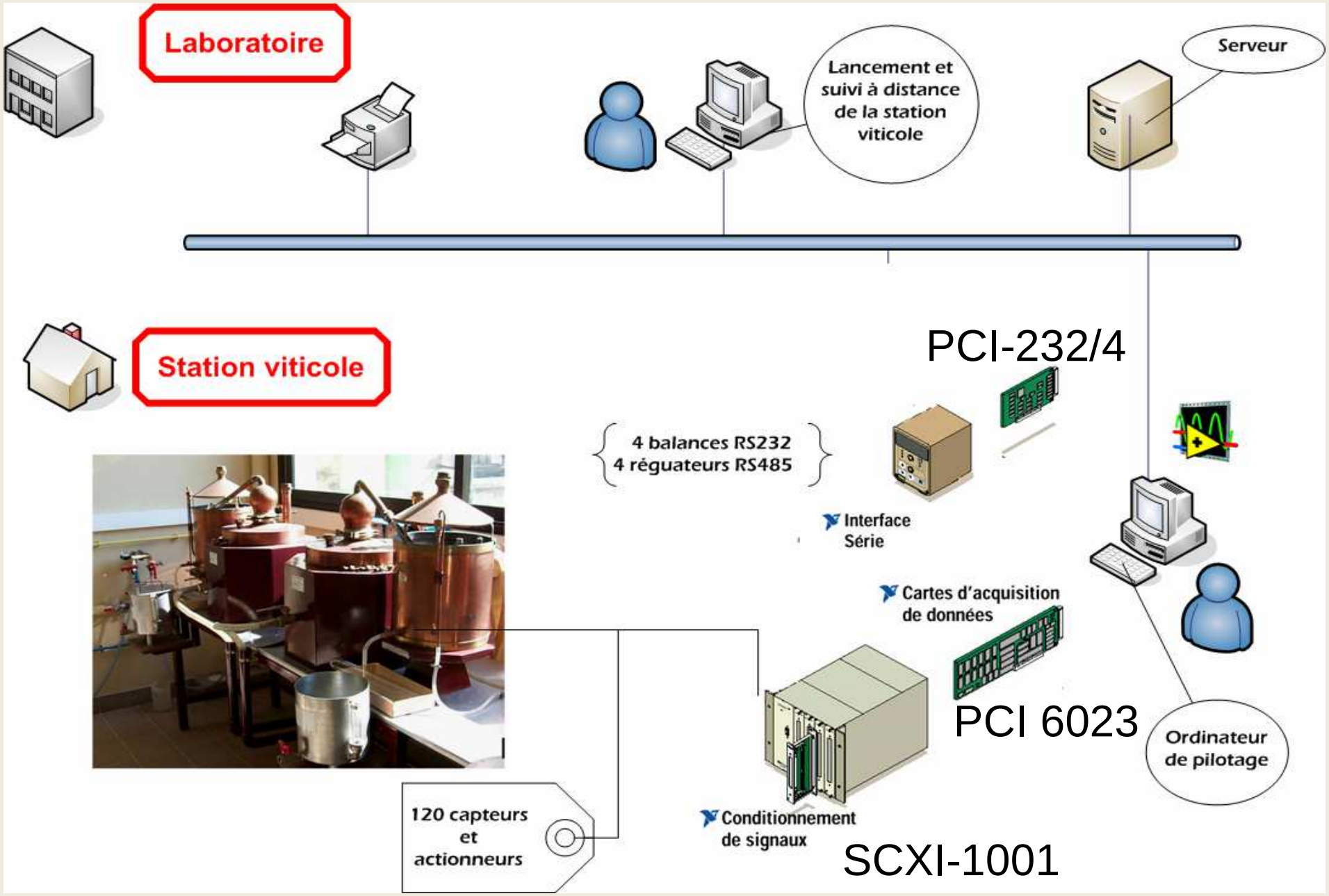
Que veut on mesurer ?	On veut piloter ?
•120 thermocouples • 20 entrées tension (pression, débit de gaz…) • 6 balances de précision	•des régulateurs, •des vannes gaz, •des électrovannes

- ***Contraintes :***
  - Convivialité
  - Système durable compatibilité ascendante
  - Système évolutif.
  - AVOIR UN PRODUIT FINI EQUIVALENT AU PRODUIT INDUSTRIEL
  - OBTENIR UN UNE EAU DE VIE DE TAV CONSTANT (# 71%) QUELQUESOIT LE VIN NATIF.

Instrumentation des alambics de 14 litres

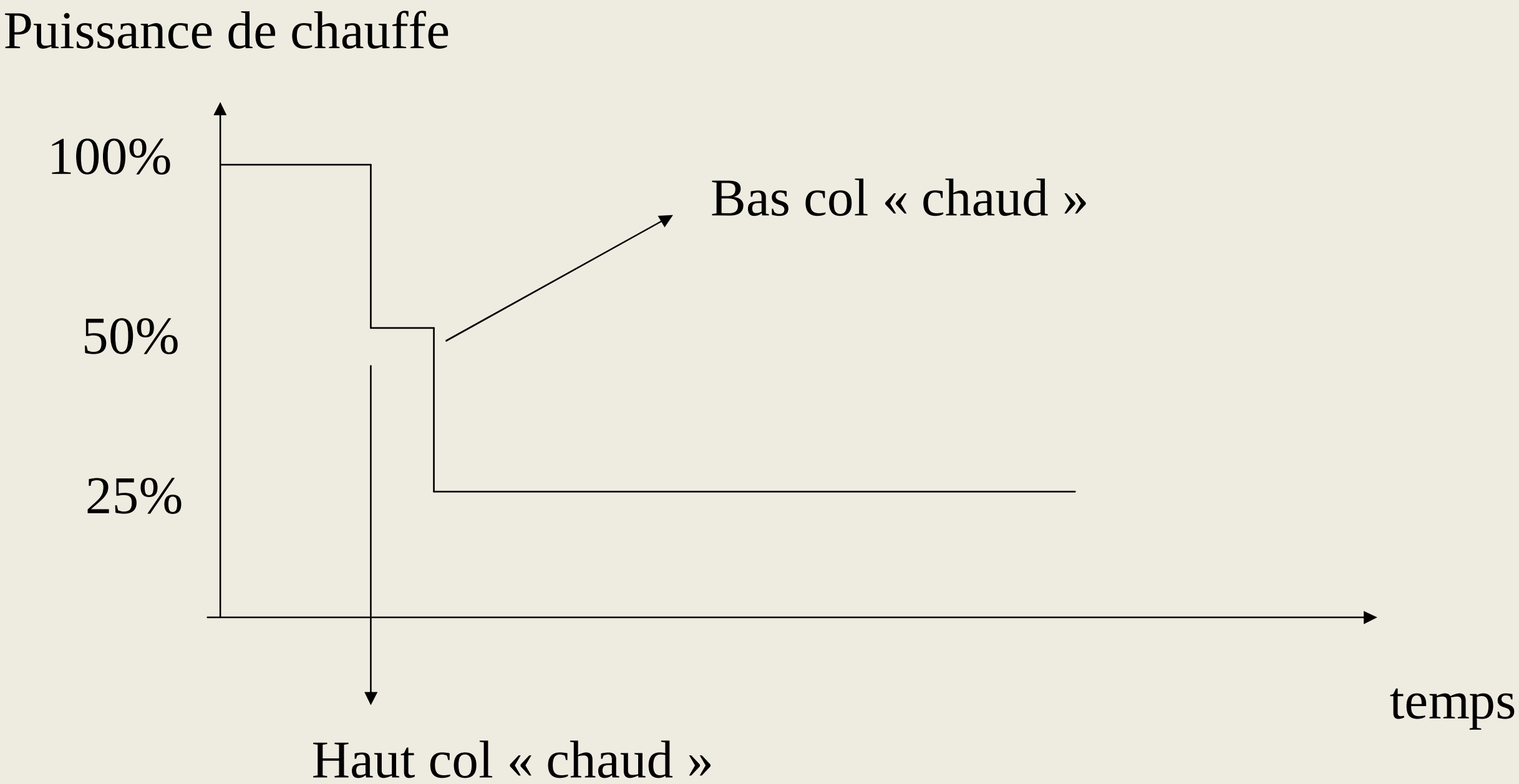


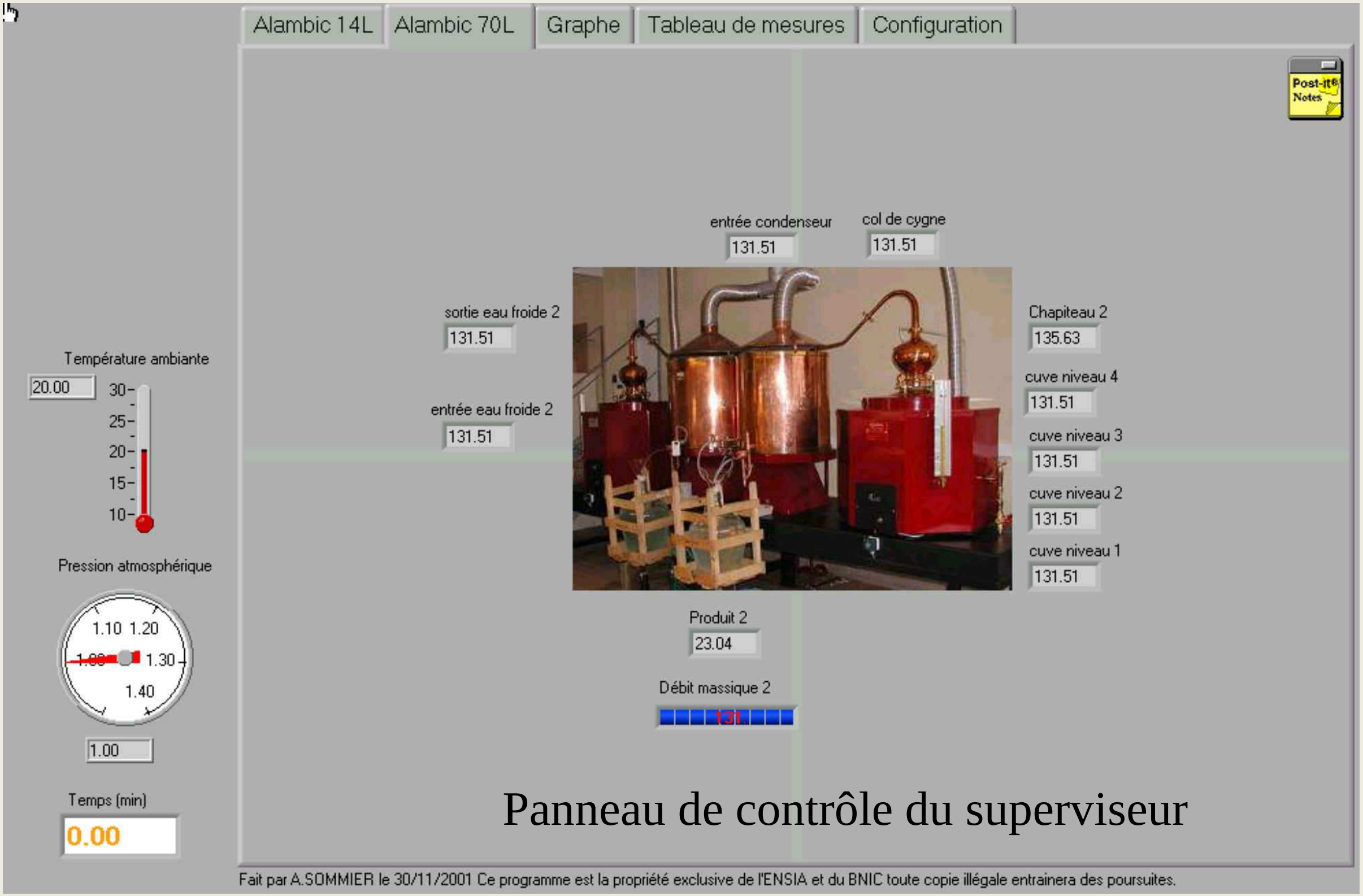
Solution retenue



Conduite de la bonne chauffe

Mode manuel…


Puissance de chauffe
100%
50%
25%
Bas col « chaud »
temps
Haut col « chaud »



Panneau de contrôle du superviseur

Premier programme réalisé servant à l'acquisition de données dans le but de capitaliser les connaissances (réalisé avec labVIEW 6i, certains modules datent de labVIEW 4.5)

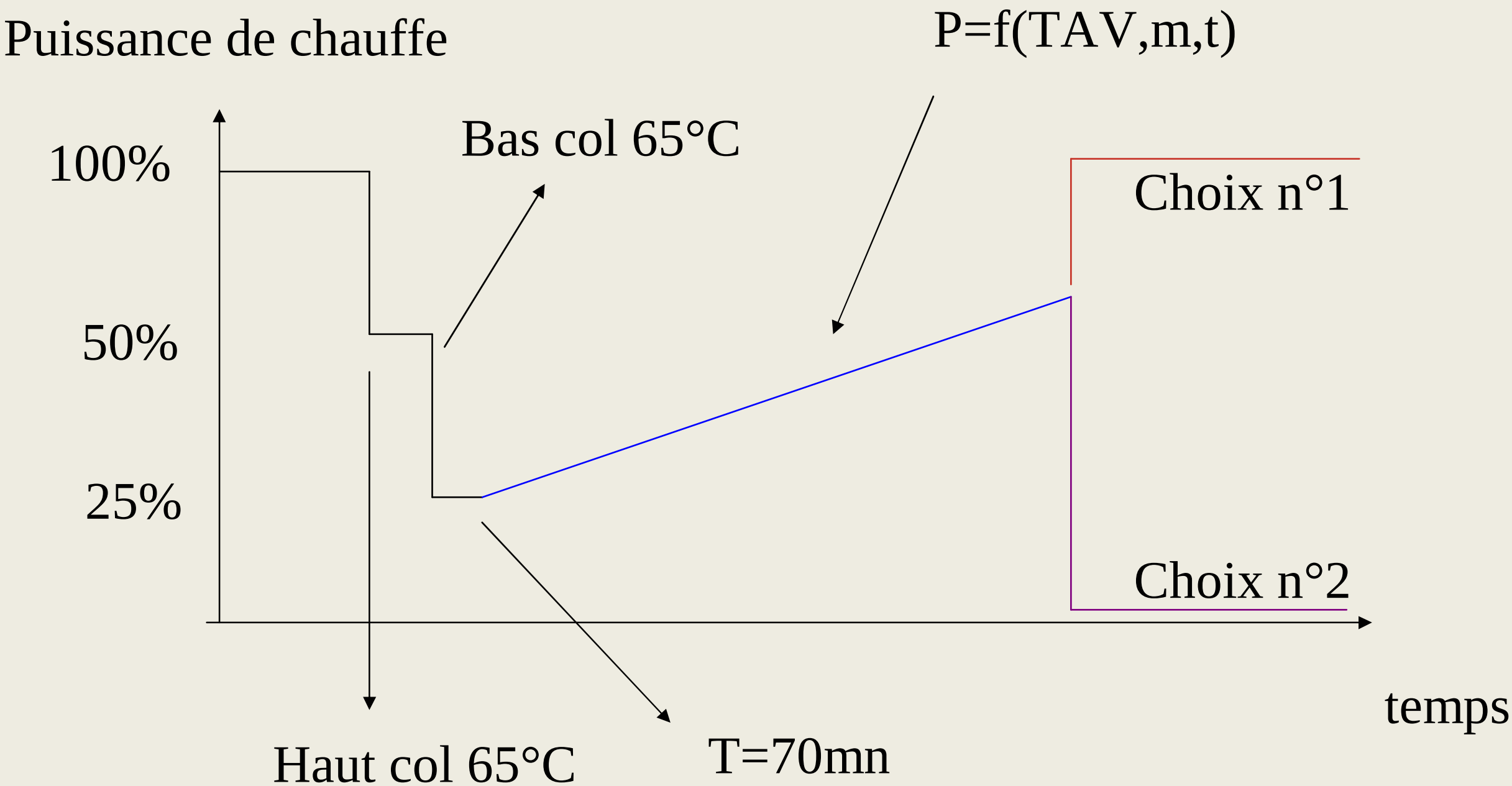
L'évolution… vers l'optimisation

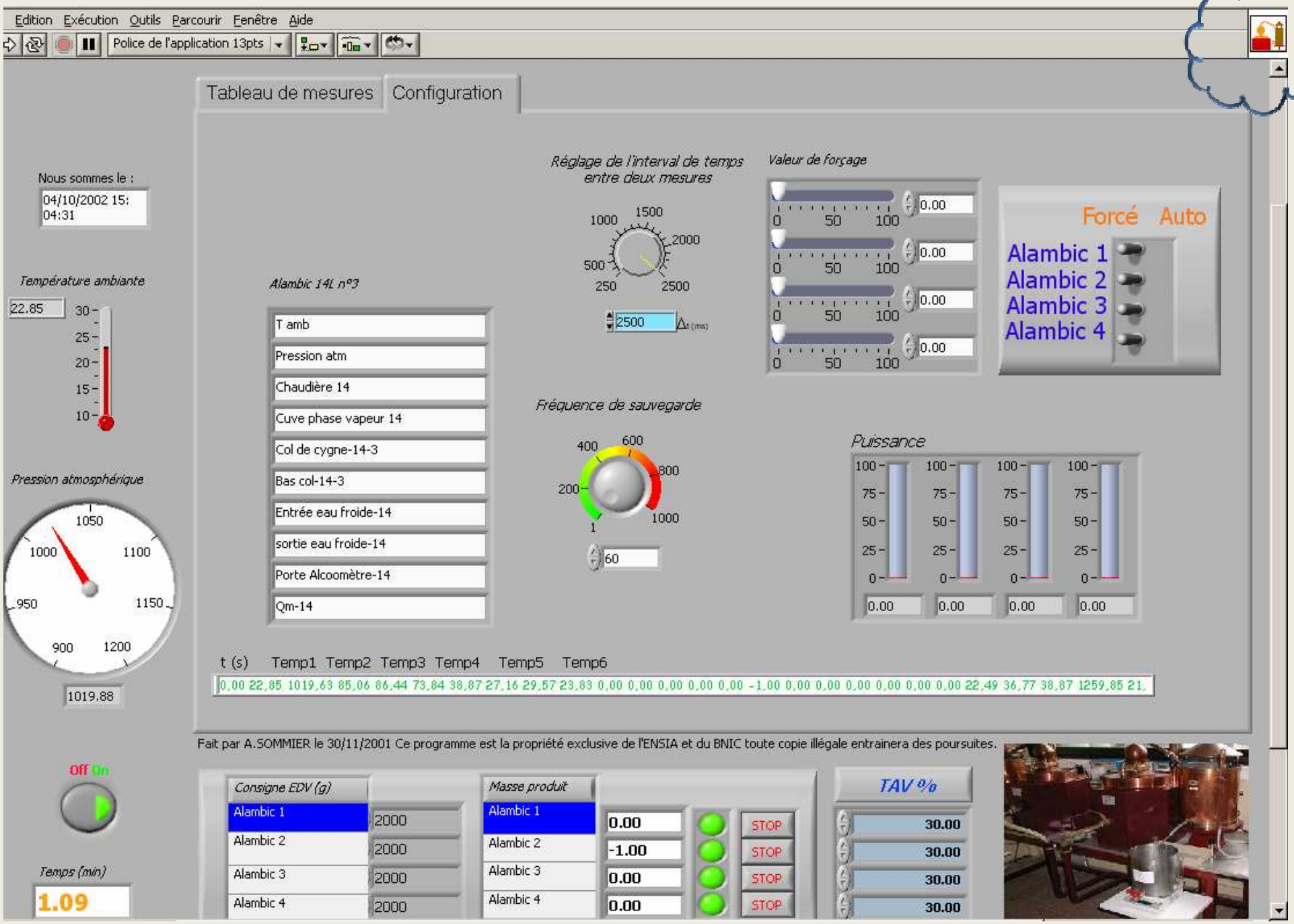
- Il est important de ***débuter doucement*** la chauffe afin de favoriser le tri.

- Puis, il est nécessaire d'augmenter régulièrement la puissance pour ***activer certaines réactions propices à la qualité*** des eaux-de-vie et limiter la durée de la chauffe.

- Au fur et à mesure de la chauffe, la chaudière contient de ***moins en moins d'alcool***, il est donc nécessaire de ***chauffer plus pour obtenir un débit*** de coulage ***constant***

Mode automatique





Tuning ??

Programme actuel sous labVIEW 8.5 pas de pb de compatibilité entre les vi et/ou les cartes d'acquisition. La configuration NIDAQ (nom et adresse des voies échelle de correspondance) est enregistrée pour faciliter la restauration en cas de crash

Résultats

Analyses physico-chimiques

Le tableau représente les résultats obtenus
par injection directe des eaux-de-vie.

Composés mg/l	Trad	Pilote 1	Pilote 2	Δ Trad / P 1	Δ Trad / P 2	Δ P1 /P2
Ethanal	9,9	8	7,8	-19,2%	-21,2%	-2,5%
Isobutanal	18,7	10,9	10,4	-41,7%	-44,4%	-4,6%
Formiate d'éthyle	4	3,1	2,9	-22,5%	-27,5%	-6,5%
Acétate d'éthyle	280	263	258	-6,1%	-7,9%	-1,9%
Acétal	1,9	0,7	0,9	-63,2%	-52,6%	28,6%
Méthanol	273	248	249	-9,2%	-8,8%	0,4%
Butyrate d'éthyle	1,5	1,5	1,7	0,0%	13,2%	13,2%
Butanol-2	0	0,51	0,53	/	/	3,9%
Propanol	238	244	245	2,5%	2,9%	0,4%
Isobutanol	728	755	760	3,7%	4,4%	0,7%
Butanol-1	1,4	1,5	1,5	7,7%	7,7%	0,0%
Méthyl-2 butanol-1	413	427	430	3,4%	4,1%	0,7%
Méthyl-3 butanol-1	1712	1772	1779	3,5%	3,9%	0,4%
Lactate d'éthyle	221	189	204	-14,5%	-7,7%	7,9%
Hexanol-1	9,4	9,9	10,	5,4%	6,1%	0,7%
Cis hexen-3- ol	1,7	1,7	1,7	0,6%	0,6%	0,0%
Caprylate d'éthyle	16,7	18,4	19,4	10,2%	16,2%	5,4%
Furfural	15,8	7	7,1	-55,7%	-55,1%	1,4%
Caprate d'éthyle	41,2	48,8	55,2	18,4%	34,0%	13,1%
Succinate d'éthyle	4,8	4,05	4,4	-15,8%	-9,4%	7,7%
Laurate d'éthyle	19,8	15	19,7	-24,4%	-0,7%	31,3%
Phényl-2-éthanol	10,6	9,6	10,1	-9,4%	-4,7%	5,2%
Σ alcools supérieurs	***3092***	***3200***	***3216***	***3,5%***	***4,0%***	***0,5%***
Σ esters d'éthyle	***305,1***	***276,7***	***304,4***	***-9,3%***	***-0,2%***	***10,0%***

On constate une grande similitude entre les trois eaux-de-vie (Δ ~ 5%).

LABORATOIRE INTERETABLISSEMENTS TREFLE UMR CNRS 85 08

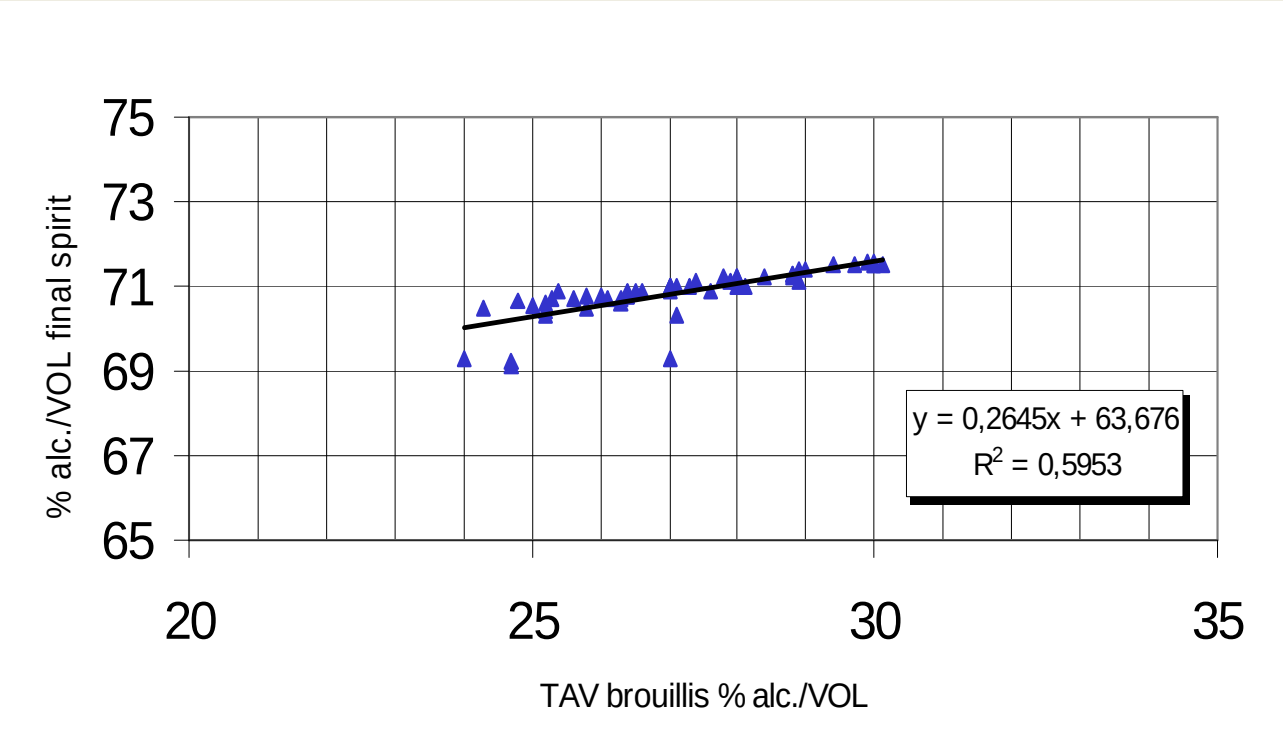
Validation

- *Des essais réalisés à la station avaient montré* que les eaux-de-vie produites à l'échelle pilote en mode manuel étaient comparables à celles produites à l'échelle industrielle.

Avec le mode automatique

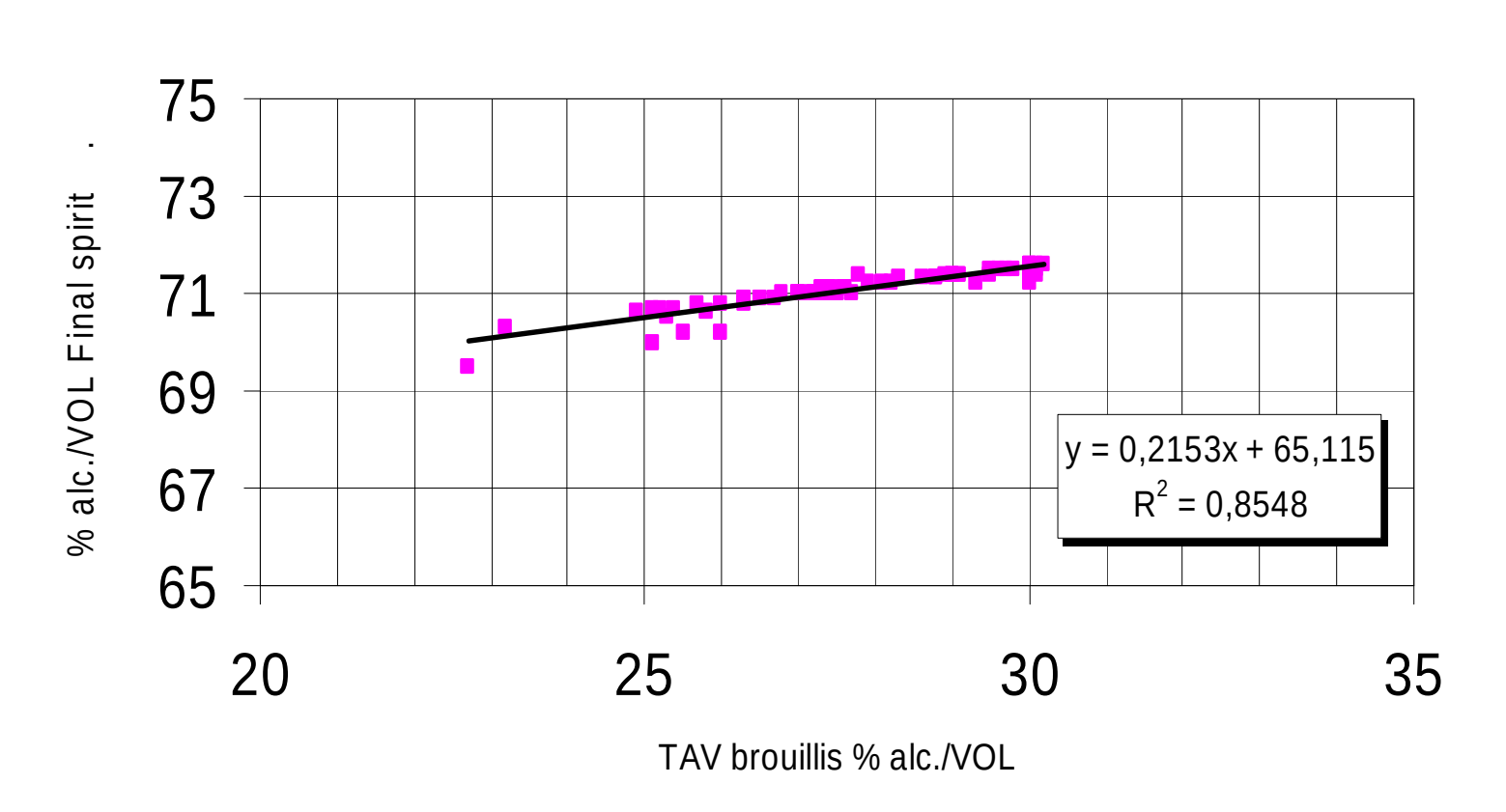
- Sur les plans analytique et sensoriel test en « duo trio », les eaux-de-vie pilotes ne présentent pas d'écart significatif par rapport à l'eau-de-vie distillée de façon traditionnelle. L'étude statistique des résultats d'analyse montre une grande similitude.
- Les deux modalités « distillation industrielle » et « distillation pilote » sont très proches.
- La distillation pilote reflète le process de distillation à l'échelle réelle.

LABORATOIRE INTERETABLISSEMENTS TREFLE UMR CNRS 85 08



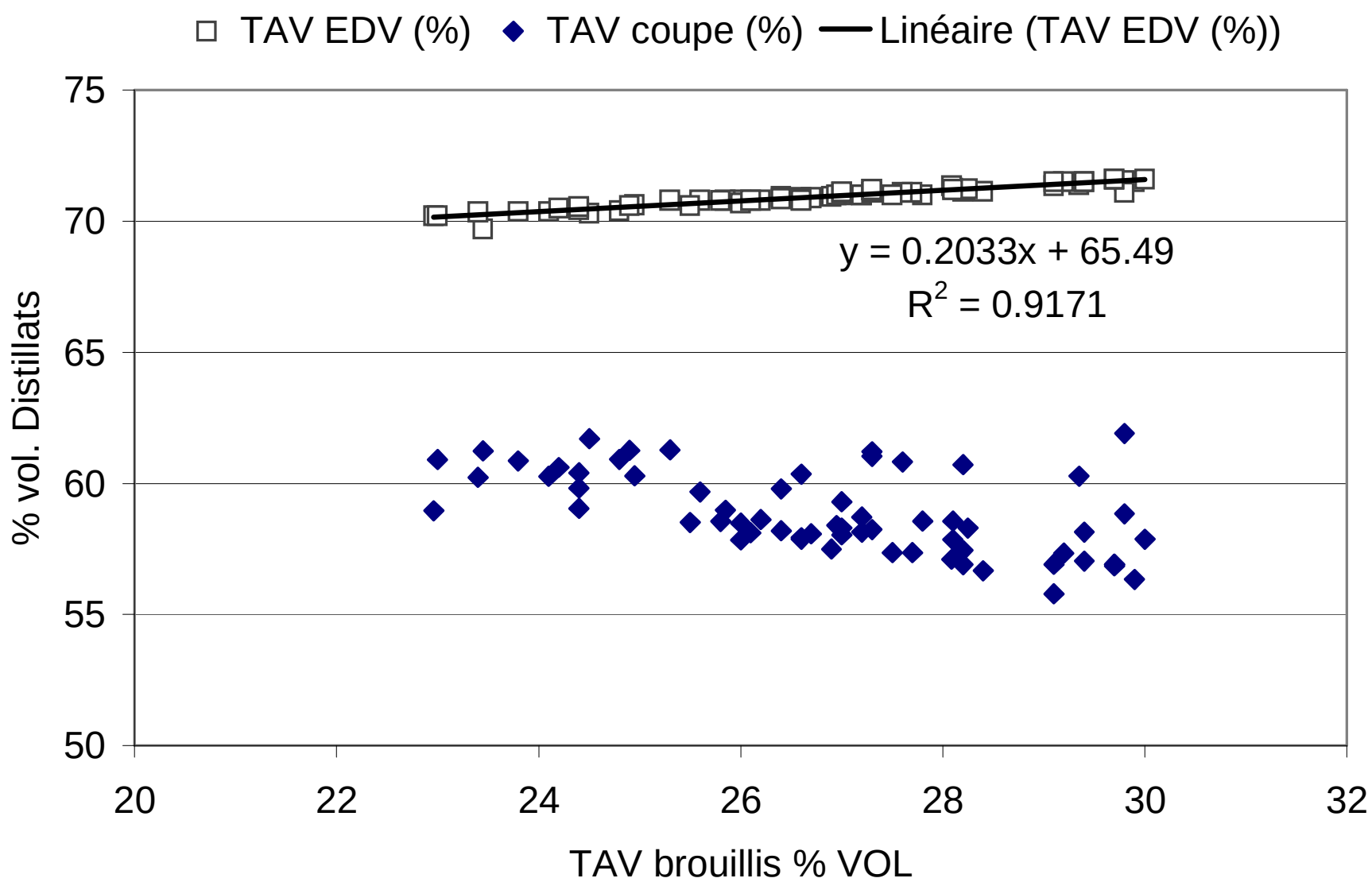
TAV final du cognac pour des brouillis de TAV différent (contrôle manuel en 2001)

TAV final du cognac pour des brouillis de TAV différenst (Mode automatique 2002)



Distillations pilotes BNIC - Campagne 2007/2008

Bonne Chauffe



Conclusions *et perspectives*

- L'instrumentation mis en place nous a permis de:
  - *Capitaliser des connaissances* (variation du produit final en fonction de produit natif)
  - Choisir et *mettre en place une automatisation* et la faire évoluer sans problème (changement de version labVIEW rajout de cartes…)

- Le *produit obtenu* en mode automatique, pour les alambics pilotes, est *représentatif du produit industriel*
- La *reproductibilité* du processus est bien meilleure (+30%).
- Gain de temps sur chaque distillation.
- Plus d'infos dans : les eaux de vie traditionnelles d'origine viticole (édition Lavoisier 2007)

- *En perspectives :*
  - *piloter la coupe de manière automatique en fonction des TAV mesurés pour les brouillis ou la bonne chauffe*
  - *Superviser la fermentation et tracer le produit de la grappe à la bouteille…*

Merci à tous..

et à la photothèque du BNIC