

## **NUOVI STRUMENTI PER LA GESTIONE DELLA FERMENTAZIONE ALCOLICA. ESEMPIO DI UN SIMULATORE DI FERMENTAZIONE**

**Jean-Marie SABLAYROLLES**

UMR Sciences pour l'œnologie INRA 2 place Viala 34060 Montpellier

*Articolo estratto dalla 2ème Journée Scientifique Vigne-Vin, Agro.M, Montpellier, 20 marzo 2006*

Nonostante i numerosi progressi realizzati nelle cantine (controllo della temperatura...), la gestione della fermentazione è ben lontana dall'essere ottimizzata. In effetti, in enologia un dato fondamentale viene preso in considerazione raramente e in modo non corretto: la variabilità della « materia prima », come “mezzo di coltura” per i lieviti. Considerando i recenti progressi tecnologici, in particolare nel settore informatico e delle sonde, è logico pensare che in un avvenire a breve o medio termine, l'attrezzatura dovrà tener conto di tale variabilità, effettuando un controllo differenziato per ogni vasca.

Non è ancora pensabile di poter utilizzare delle sonde affidabili che informino direttamente sulla qualità del prodotto ; ma sono già disponibili delle sonde (relativamente semplici e utilizzabili in cantina) che danno informazioni sullo svolgimento della reazione principale, ovvero sulla trasformazione dello zucchero in alcol. Grazie alla precisione di queste sonde, in particolare di quelle che misurano lo svolgimento di CO<sub>2</sub>, e alla frequenza di misurazione (diverse volte in un'ora), è possibile avere in linea non solo la stima dell'alcol prodotto e dello zucchero residuo, ma anche la stima della velocità istantanea di fermentazione. Si tratta di un'informazione nuova per gli enologi, che potenzialmente fornisce molti dati. E' legata a parametri :

- tecnologici (proporzionalità con la quantità di frigoriferi necessarie per regolare la temperatura) ;
- microbiologici (proporzionalità, nel corso della maggior parte della fermentazione con l'attività dei lieviti).

Attualmente poche cantine sono attrezzate con sistemi simili, ma, in questi ultimi anni, sono state seguite molte fermentazioni con tali dispositivi su scala di laboratorio e pilota. Ciò ha consentito di:

- migliorare notevolmente le nostre conoscenze sullo svolgimento della fermentazione,
- di proporre un modello che possa descrivere lo svolgimento delle fermentazioni, partendo da qualche dato iniziale relativo al mosto da una parte e ai parametri di fermentazione (temperatura, apporto di nutrimento) dall'altra,
- di costruire, a partire da questo modello, un simulatore di fermentazione, ovvero un software che permetta di fare scelte più ragionate sull'utilizzo delle vasche e sui fabbisogni energetici e questo sull'intera cantina.

### **Formazione di un modello della fermentazione alcolica**

Il modello utilizzato prende in considerazione i principali meccanismi fisiologici che limitano la capacità fermentativa dei lieviti.

- . Come indicato in figura 1, il modello prende in considerazione :
  - l'entrata dei composti nella cellula, soprattutto il trasporto degli zuccheri e quello delle sostanze azotate (amino acidi e sali di ammonio),
  - il ruolo inibitore dell'etanolo,
  - l'impatto della temperatura e della sua evoluzione in fermentazione

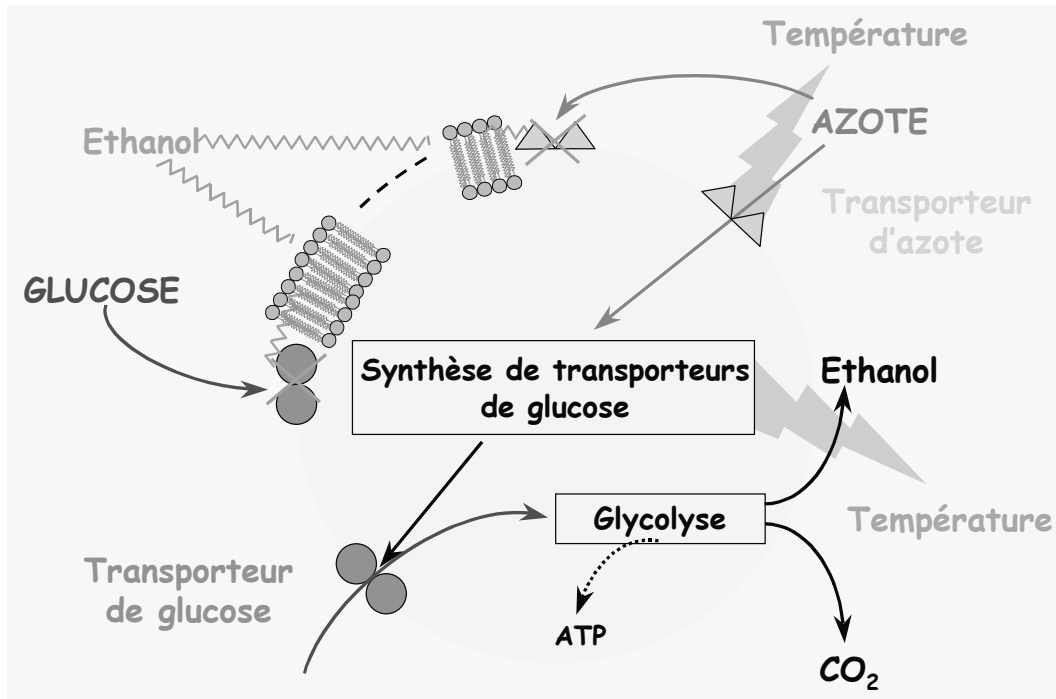


Figura 1 : Principali meccanismi che influenzano l'attività fermentativa dei lieviti.

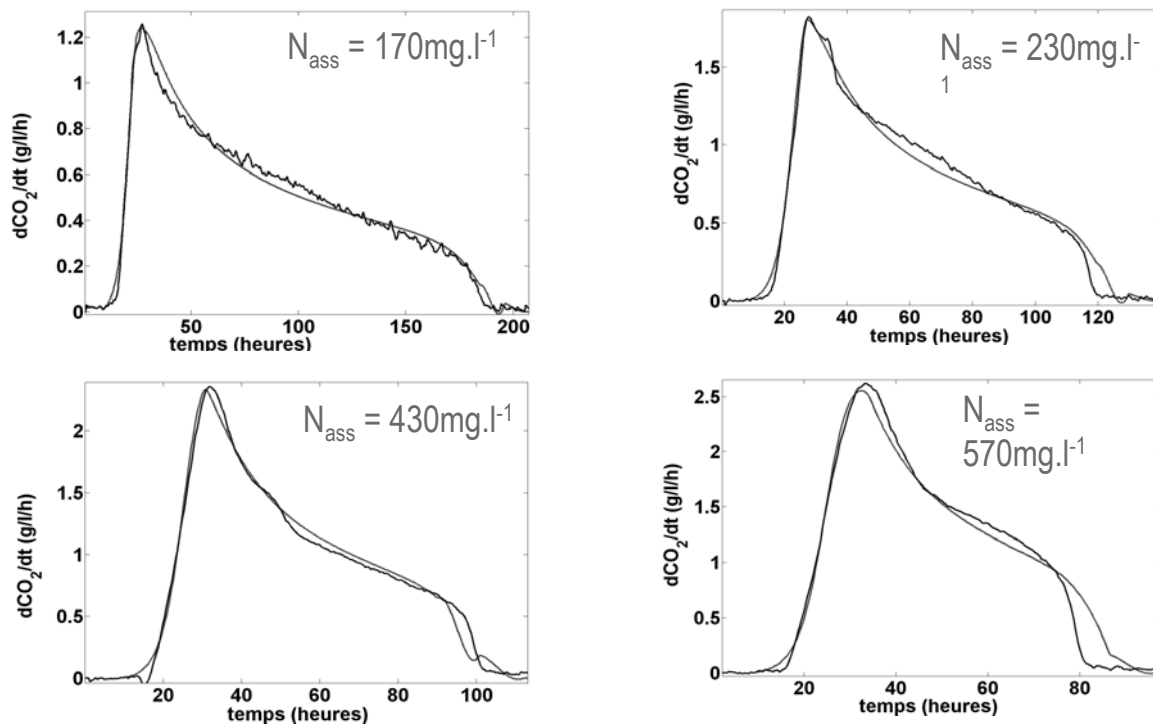


Figura 2 : Verifica del modello. Mostri con diverse concentrazioni di azoto assimilabile (- : sperimentale, - : modello).

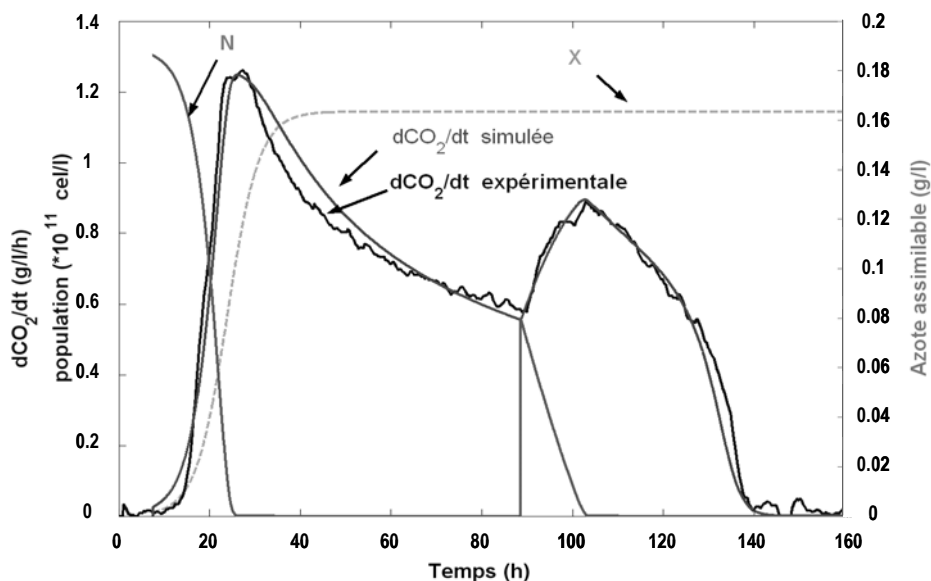


Figura 3 : Verifica del modello. Caso di un'aggiunta di azoto (300 mg/l di ammonio fosfato) (- : sperimentale, - : modello).

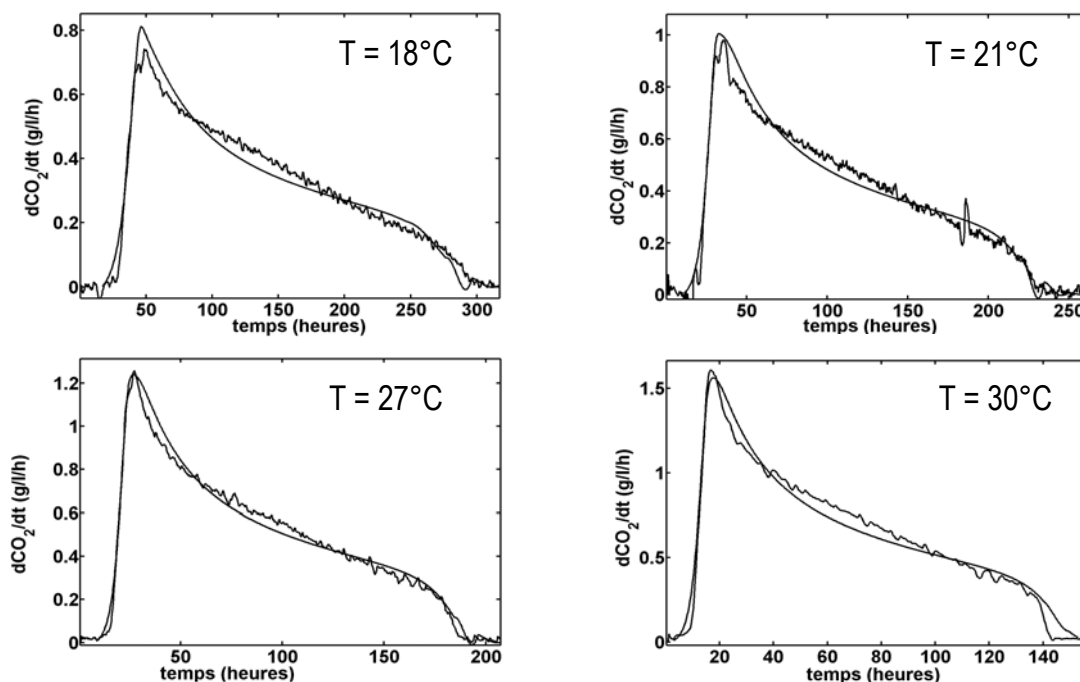


Figura 4 : Verifica del modello. Fermentazioni a diverse temperature (- : sperimentale, - : modello)

Il modello è stato testato su una centinaia di mosti sintetici e naturali, principalmente su scala di laboratorio (1 litro), ma anche su scala pilota (100 litri) e industriale (10 000 litri) e in condizioni molto differenti: quantità di azoto assimilabile da 70 a 570 mg/l (figura 2), apporti di azoto (figura 3)

secondo diverse modalità, condizioni isoterme (da 18 a 30°C) (figura 4) o non isoterme (da 18 a 28°C) (figura 5). Con l'eccezione di qualche mosto particolare (i mosti che conducevano ad arresti di fermentazione), il software permette di descrivere la cinetica della fermentazione con una buona precisione e di predire la durata di fermentazione con un errore medio di circa il 10%.

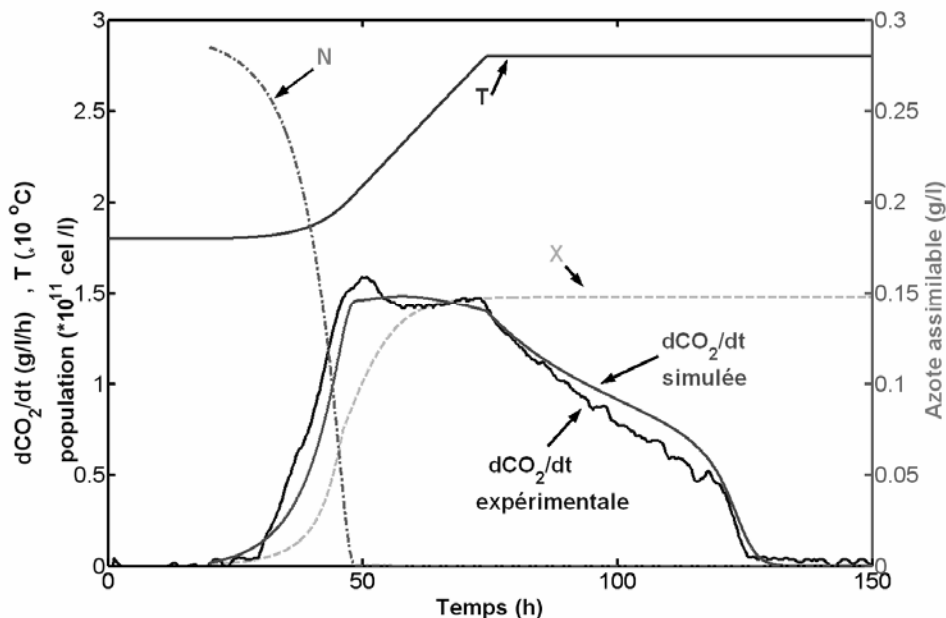


Figura 5 : Verifica del modello. Condizioni non isoterme.

### Software di simulazione

E' stato sviluppato un software, basato su questo modello. Permette di simulare la cinetica fermentativa a partire dai dati seguenti: tenore iniziale del mosto in zucchero e in azoto assimilabile, regime di temperatura, apporti di nutrienti (DAP). Da notare l'importanza della concentrazione in azoto assimilabile per stimare la velocità di fermentazione (soprattutto la velocità massima). Questo simulatore prende in considerazione l'insieme di una cantina (possibilità di diverse decine di vasche) (figura 6). Può consentire di stimare (a) la durata di occupazione di tutte le vasche (visualizzata dalle barre in figura 7), ma anche (b) la quantità di frigoriferi necessarie per regolare la temperatura di ogni vasca e dunque dell'insieme delle vasche (curva nella parte alta dello schermo in figura 7)

Oltre alla funzione di simulazione, questo strumento dà anche la possibilità di aiutare a razionalizzare la gestione delle vasche e le frigoriferi (con la possibilità di privilegiare uno o l'altro dei due parametri). Per far ciò, propone delle soluzioni dove modifica il momento di inizio della fermentazione, il regime di temperatura o l'aggiunta di nutrienti.

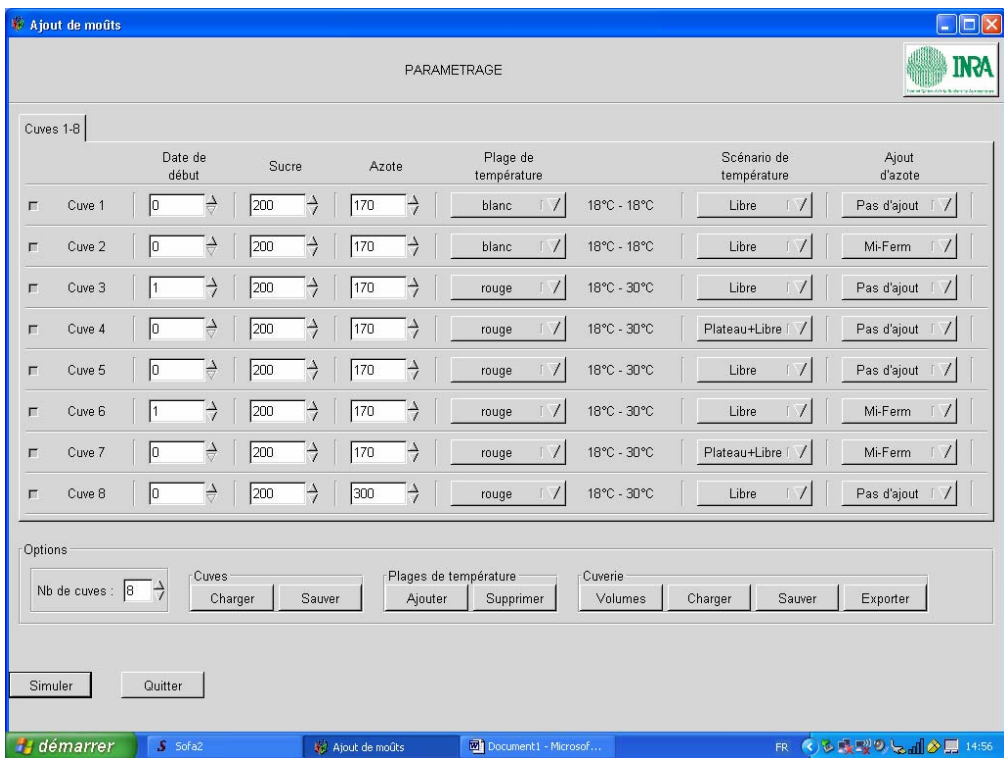


Figura 6 : Simulatore. Schermata iniziale

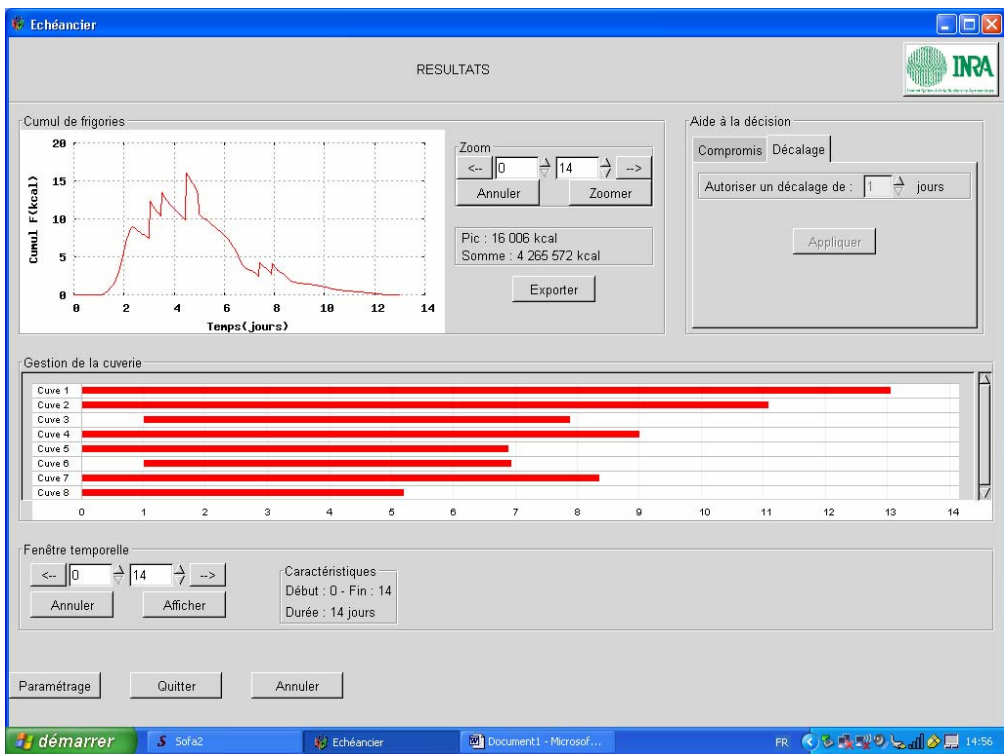


Figura 7 : Simulatore. Risultati della simulazione

Questo software rappresenta dunque uno strumento di dimostrazione e di aiuto per le decisioni. Occorre notare però che non è utilizzabile per stimare i rischi di arresto di fermentazione.

E' indirizzato a numerosi tipi di utilizzatori: tecnici, enologi, consulenti, insegnanti, produttori di lieviti, responsabili di cantina...

### **Prospettive**

Dopo aver utilizzato il modello come simulatore e come strumento di aiuto nel prendere le decisioni, è possibile pensare ad un suo utilizzo per ottimizzare il controllo della fermentazione. In questo caso, gli interventi su ogni vasca (scelta del regime termico, apporti di nutrienti) saranno adattati vasca per vasca, tenendo conto sia dell'andamento effettivo della fermentazione che delle previsioni del modello. Affinché questo controllo possa essere funzionale, occorrerebbe accoppiarlo con dei dati in linea della fermentazione (misura dello svolgimento della CO<sub>2</sub>, per esempio). Ciò consentirebbe, inoltre, (a) da una parte di affinare nel corso del tempo le previsioni del modello con l'aiuto di misure sperimentali e (b) dall'altra di evitare i dosaggi di azoto assimilabile nei mosti (stima della velocità di fermentazione) .

Un'altra prospettiva riguarda l'utilizzo per la formazione del modello non solo della reazione principale (zuccheri-alcol-CO<sub>2</sub>) ma anche di altre vie metaboliche che portano alla formazione di "molecole-marker" della qualità del prodotto. Si tratta di un lavoro a lungo termine, ma che è già iniziato e che dovrebbe dare i primi risultati sfruttabili nei prossimi anni.

### **Collaborazioni – Ringraziamenti**

Questo lavoro è stato condotto nell'ambito di una stretta collaborazione tra l'UMR Sciences pour l'Œnologie (SPO) e l'UMR Analyse des Systèmes et Biométrie (ASB) :

- Partecipanti SPO : S. Colombié, S. Malherbe, M. Perez, C. Picou, J.M. Sablayrolles
- Partecipanti ASB : B. Charnomordic, V. Fromion, A. Goelzer, N. Hilgert, P. Neveu, A. Tireau , I. Tribolet

Il software di simulazione è commercializzato dal 1 febbraio 2007 dalla società Intelli'œno ([www.intellioeno.com](http://www.intellioeno.com))