

vinipool



# DES CONDUITES DE VINIFICATION PLUS ECONOMES EN ENERGIE SONT-ELLES POSSIBLES ?

**Jeudi 2 avril 2015**

**Patrice JOSEPH – Œnologue chargé d'expérimentation**



- **Une référence : la vinification bourguignonne traditionnelle en fûts dans une cave enterrée,**
- **Prédominance des chais modernes et bien équipés,**
- **Vins très qualitatifs dont l'élaboration demande plus d'énergie que par le passé,**
- **L'augmentation du prix de l'énergie incite à la mise en place d'une politique d'économie d'énergie,**
- **Problématique difficile car la consommation de l'énergie semble plus subie que maîtrisée,**
- **Les économies d'énergie ne se conçoivent que si la qualité ne baisse pas, l'idéal étant qu'elle augmente.**



**Comment aborder le problème ? : en travaillant si possible à partir des cinq principes suivants:**

- **Identifier les facteurs de variation de consommation d'énergie,**
- **Bien comprendre la notion d'énergie,**
- **Bien appréhender les échanges thermiques au cours des fermentations,**
- **Maîtriser les fermentations alcooliques et malolactiques dans le cadre d'une politique d'économies d'énergie,**
- **Travailler par étapes.**





# Des conduites de vinification plus économes en énergie sont - elles possibles ?

---

## LES FACTEURS DE VARIATION DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE



# Les facteurs de variation de consommation d'énergie

---



- **Non maîtrisés : millésime précoce ou tardif, volume de récolte, date de livraison du produit fini,**
- **Partiellement maîtrisés à moyen ou long terme : matériel de vinification ; natures et formes des cuves ; système de refroidissement et de réchauffement installé ; ventilation et éclairage ; conception, isolation et inertie thermique des chais,**
- **Totalement maîtrisés : itinéraires de vinification et profils thermiques.**





# Des conduites de vinifications plus économes en énergie sont-elles possibles ?

---

## LA NOTION D'ENERGIE



## La notion d'énergie

---

Elle se définit grâce aux notions :

- D'intensité qui reflète la quantité et la vitesse du courant électrique qui circule (en Ampère),
- De puissance : Différence de potentiel x intensité (en Watt ou kWatt)
- De consommation électrique : Puissance x temps (en kWh)

et

par la définition de quelques unités :

- Watt = 1 joule/s,
- le kW = 1000 joules/s,
- le kWh =  $3.6 \times 10^6$  Joules
- la kcal ( ou son inverse la frigorie) = 4200 joules.



## La notion d'énergie

---

### Ce qu'il faut retenir :

- La puissance souscrite (« débit de la puissance électrique ») et les kWh (quantité d'énergie consommée) sont facturés par le fournisseur,
- Les économies d'énergie peuvent se faire en diminuant les heures de fonctionnement utilisées et/ou en diminuant la puissance pour laquelle le client est abonné,
- Un litre d'essence équivaut à 12.22 kWh et un kWh (option base) est facturé actuellement 14.4 centimes d'euros TTC,
- On peut convertir les calories ou les frigories utilisées en kWh. (convertisseurs sur internet)

**Maîtriser la notion d'énergie c'est être capable d'estimer des ordres de grandeur (consommation et répartition de la consommation dans le temps) et d'estimer cette vitesse de consommation (puissance).**





## Des conduites de vinifications plus économes en énergie sont-elles possibles ?

---

# BIEN APPREHENDER LES ECHANGES THERMIQUES AU COURS DES FERMENTATIONS



## Les échanges thermiques au cours des fermentations

---

**Les apports de calories ou de frigories sont nécessaires :**

- **Avant fermentations alcooliques ( chauffage ou refroidissement des moûts),**
- **Pendant les fermentations alcooliques( en fonction des itinéraires techniques et des profils thermiques),**
- **Pour l'obtention et la réalisation des F.M.L (maintien des vins entre 18 et 20 ° C)**
- **Pendant la garde ( recherche d'une température idéale comprise entre 10 et 14 ° C ).**



## Les échanges thermiques au cours des fermentations

---

**Les flux énergétiques dans un chai se répartissent en apports, transferts et pertes :**

- **L'énergie apportée hors fermentation alcoolique,**
- **L'énergie apportée pendant la fermentation alcoolique,**
- **L'énergie transférée entre les récipients vinaires et l'atmosphère du chai via les parois des contenants,**
- **L'énergie perdue par ventilation (indispensable pour éliminer le CO<sub>2</sub>). Ces pertes sont plus ou moins importantes en fonction de la vitesse de renouvellement de l'atmosphère du chai.**



## Les échanges thermiques au cours des fermentations

---

L'énergie nécessaire ( en joules) **hors** fermentation alcoolique (chauffage des moûts ,chauffage des vins pour recherche de la F.M.L, précipitations tartriques) dépend de 4 facteurs :

- Du volume maximum de produit à traiter **V** (L),
- De la température finale que l'on souhaite atteindre **Tf** ( en ° C)
- De la **température initiale du produit Ti** (en ° C)
- Du nombre de joules nécessaires par calorie (ou frigorie): **4200**

$$E1 = V \times (Tf - Ti) \times 4200$$



## Les échanges thermiques au cours des fermentations

---

- L'énergie (en joules) produite **pendant** les fermentations alcooliques dépend de 4 facteurs :
- Du volume de moût en fermentation : **V (L)**,
  - De l'élévation de température par % vol. fermenté : **( 2.8° C)**
  - **De la vitesse de fermentation Vf** (% Vol/jour )
  - Du nombre de joules nécessaires par calorie (ou frigorie): **4200**

$$E2 = V \times 2.8 \times Vf \times 4200$$

Cette chaleur produite devra être compensée par du froid et/ou être évacuée par conduction.



## Les échanges thermiques au cours des fermentations

---

- **l'énergie thermique journalière** ( en W) transitant entre la cuve et l'air du chai à travers la paroi du récipient vinaire et en fonction du temps est dépendante:
  - De la différence de température entre la température du produit stocké et la température du chai : **Dt** (en ° C),
  - De la surface d'échange de la cuve : **S** ( en m<sup>2</sup>)
  - **Du coefficient de transmission thermique**(ou global d'échange) de la cuve : **K** ( en Watt / m<sup>2</sup> . ° C),
  - Du temps (en secondes) : **T**

$$E3 = Dt \times S \times K \times T$$



## Les échanges thermiques au cours des fermentations

---

- **L'énergie thermique perdue** par jour provenant du renouvellement d'air entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment ventilé obéit à l'équation suivante :

$$E4 = 0.34 \times Q_{AN} \times (T_{INT} - T_{EXT}) \times D$$

Avec

- **0.34** : chaleur volumique de l'air exprimée en Wh/m<sup>3</sup>.° C),
- **Q<sub>AN</sub>** : **Débit global d'air neuf** (système de ventilation + infiltrations d'air) en m<sup>3</sup>/h
- **T<sub>INT</sub>** : température intérieure en ° C
- **T<sub>EXT</sub>** : température extérieure en ° C
- **D**: temps en heure



# Les échanges thermiques au cours des fermentations

---



Il en résulte quelques lois simples de vinification.

Pour les vins blancs par exemple :

- Rechercher une température des moûts à la récolte légèrement inférieure ou proche de la température de départ de fermentation prévue,
- Rallonger la durée des fermentations alcooliques en refroidissant les moûts pour favoriser la dissipation de la chaleur de fermentation,
- Rechercher si possible une température de fermentation se situant au dessus de la température du chai,
- Limiter les écarts de températures entre les récipients vinaires et le chai pendant des gardes prolongées.
- Utiliser le froid extérieur pour ventilation massive si la température extérieure se rapproche de la température de garde souhaitée.





## Des conduites de vinification plus économes en énergie sont - elles possibles ?

---

# MAITRISER LES FERMENTATIONS ALCOOLIQUES ET MALOLACTIQUES DANS LE CADRE D'UNE POLITIQUE D'ECONOMIE D'ENERGIE



- **Caractériser l'inertie thermique du chai. Adapter alors les itinéraires techniques et les profils thermiques en conséquence.**
- **Rallonger les fermentations alcooliques sans compromettre les fins de sucres,**
- **Favoriser l'apparition d'une biomasse bactérienne et donc diminuer le temps de latence entre la fin de la fermentation alcoolique et le début de la F.M.L.**
- **Laisser, si possible, se dérouler la F.M.L à température ambiante ou à basse température,**
- **Traiter séparément les cuvées à problèmes.**
- **Garder les vins au frais.**



Chais à **faibles inerties thermiques** : utiliser les techniques qui permettent à la fois d'économiser l'énergie et de travailler vite,

- Doses de SO<sub>2</sub> raisonnées,
- Recherche de turbidités moyennes à faibles,
- Utilisation de Non Saccharomyces en début de FA,
- Choix d'une souche de Saccharomyces à vitesse de fermentation lente et modérée, supportant des écarts de température et finissant bien les sucres,
- Refroidir en début de FA en fonction de la température du chai,
- Relâcher le refroidissement en fin de FA et laisser la cuve remonter en température,



Chais à **faibles inerties thermiques** : utiliser les techniques qui permettent à la fois d'économiser l'énergie et de travailler vite,

- Utiliser des bactéries lactiques sélectionnées en co-inoculation ou en inoculation séquentielle ( attention à la compatibilité levures/bactéries),
- Bien travailler la phase d'acclimatation des bactéries ,
- Surveiller les débuts de F.M.L, laisser faire les F.M.L à température ambiante.



Chais à **fortes inerties thermiques** : utilisation possible de la biodiversité naturelle pour travailler à basse température avec adaptation des micro-organismes au froid

- Faibles doses de SO<sub>2</sub>,
- Turbidités des moûts faibles,
- Allongement des fermentations (90 à 120 jours) en refroidissant à des températures proches du chai ( 10 à 14° C ),
- Faire le pari de l'acclimatation des levures et des bactéries à basses températures,
- Souches de levures cryophiles sélectionnées par le froid,
- F.M.L spontanées favorisées par le rallongement des fermentations alcooliques et la détoxification du milieu.
- Savoir faire nécessaire pour maîtriser les F.M.L sur sucres.





## Des conduites de vinification plus économes en énergie sont-elles possibles ?

---

**TRAVAILLER PAR ETAPES :  
UN EXEMPLE DE METHODOLOGIE DEVELOPPEE  
SUR UNE EXPLOITATION.**



### EXEMPLE D'UNE EXPLOITATION DU SUD MACONNAIS :

- **Exploitation spécialisée dans les vins blancs ( 510 hl en 2013 avec 10% de vin rouge),**
- **Vente vrac (50 %) et vente bouteilles (50 %),**
- **Chai à inertie thermique moyenne,**
- **12 % des vins logés en fûts ,le reste en cuve inox,**
- **Utilisation de micro-organismes sélectionnés et indigènes,**
- **Volonté d'amélioration qualitative des produits (vignes froides produisant des moûts à ph bas). Désir de rallonger les fermentations alcooliques et malolactiques pour diminuer la durée des gardes et limiter les doses de SO2 total,**
- **Réalisation d'une étude d'impact sur les économies d'énergie.**



## Travailler par étapes

---

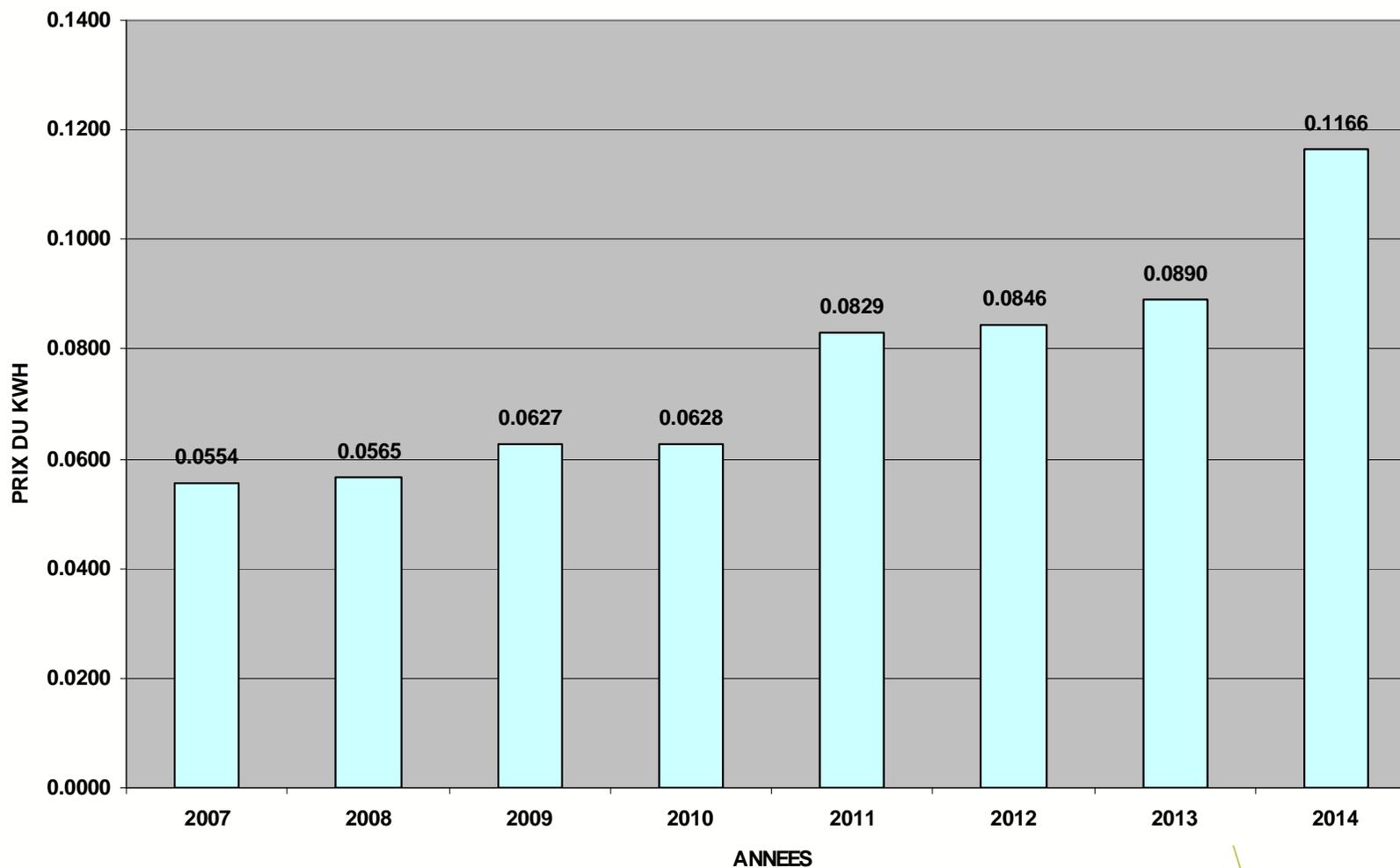
### Travail en 5 étapes :

- **Exploitation des factures des fournisseurs d'énergie pour historique des consommations, analyse des tendances et mise en place des indicateurs,**
- **Analyse par poste de la répartition de la consommation d'énergie sur une année,**
- **Recherche d'une bonne adéquation entre itinéraires techniques utilisés et économies d'énergie souhaitées,**
- **1<sup>er</sup> étude de la répartition de la consommation d'énergie sur une année,**
- **Propositions d'améliorations.**



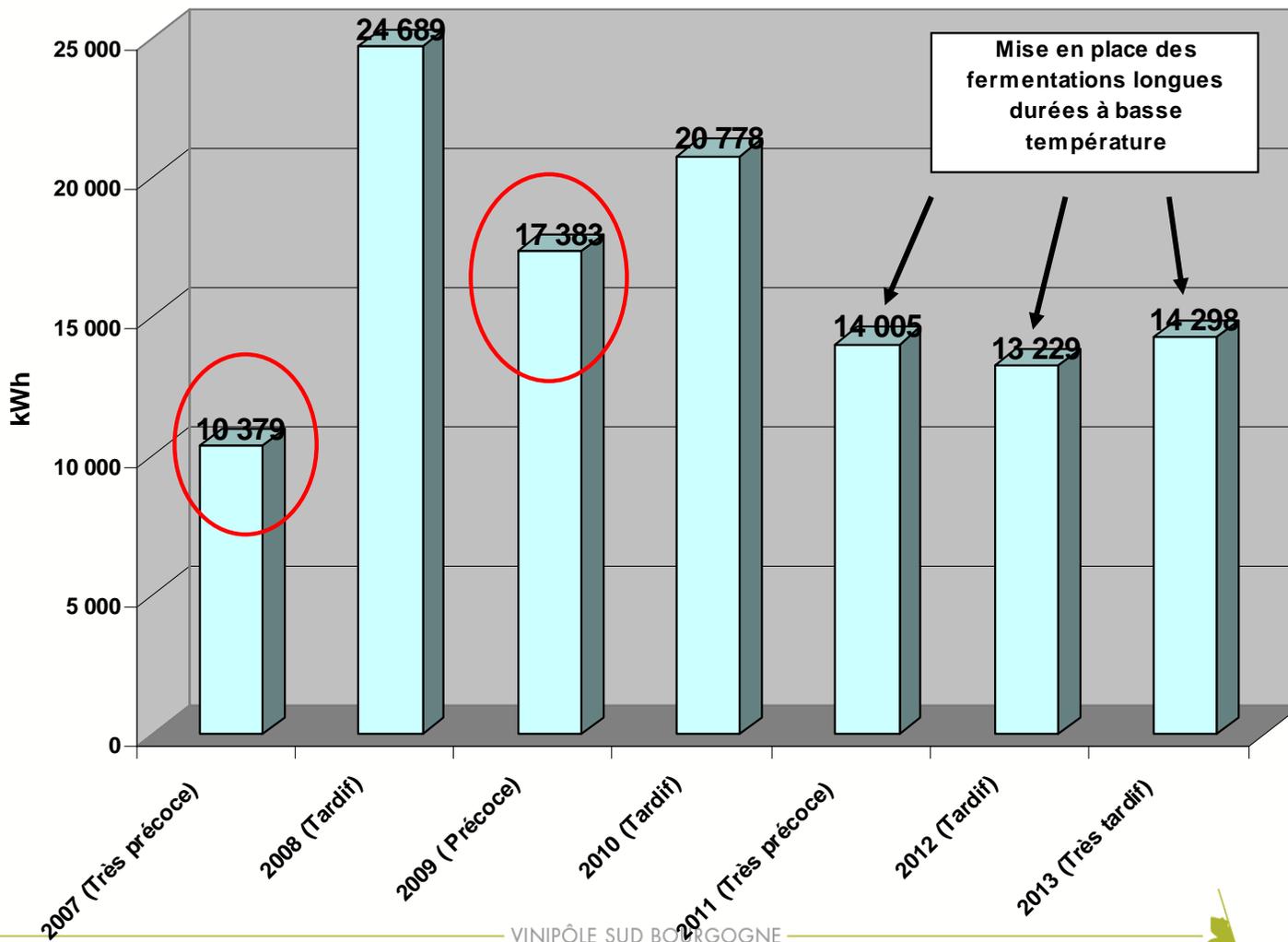
# Travailler par étapes

EVOLUTION DU PRIX DU kWh H.TAXES (Tarif base) EN FONCTION DES ANNEES



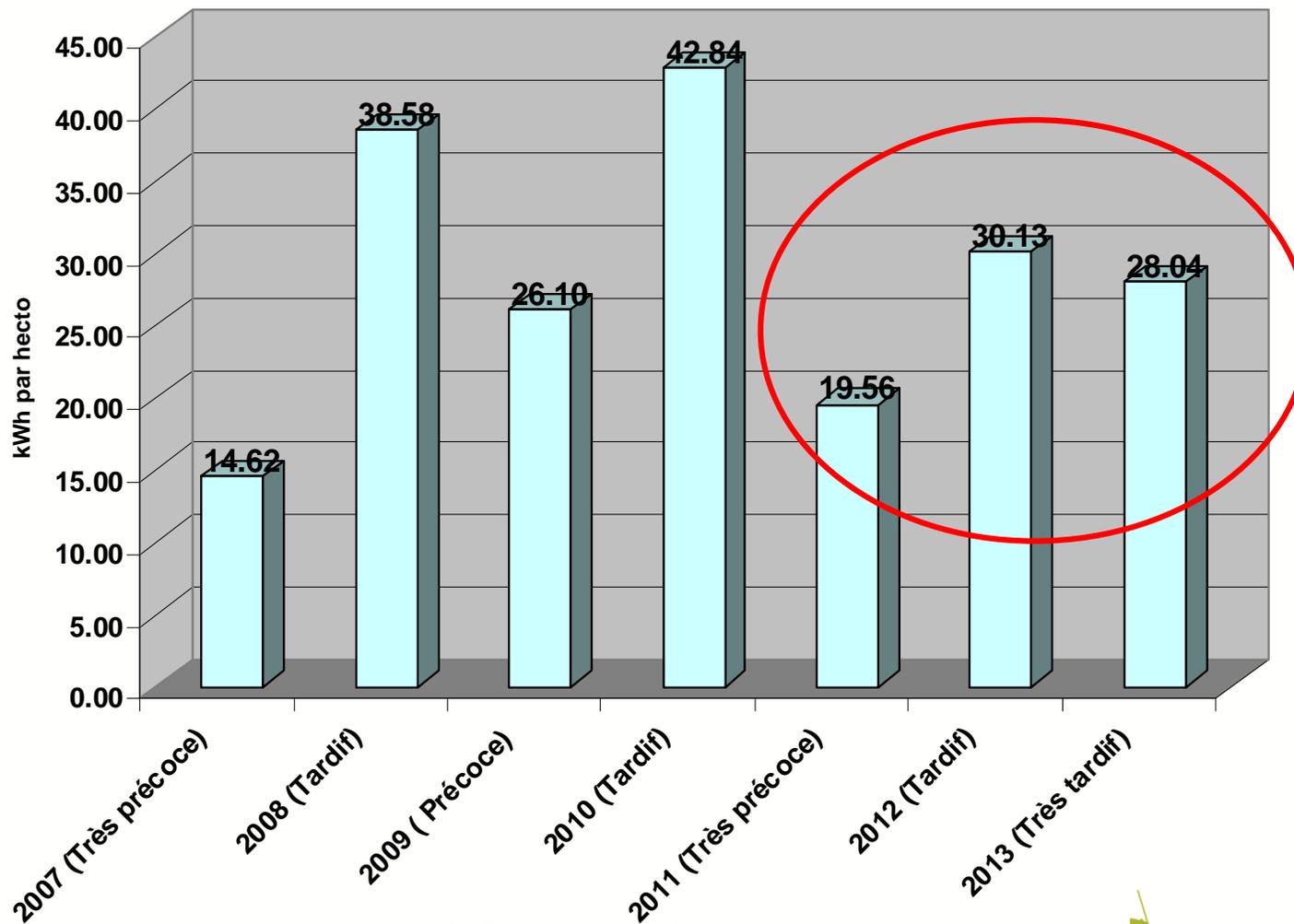
# Travailler par étapes

EVOLUTION DE LA CONSOMMATION EN kWh POUR UNE MEME EXPLOITATION DU SUD MACONNAIS SUR 7 MILLESIMES



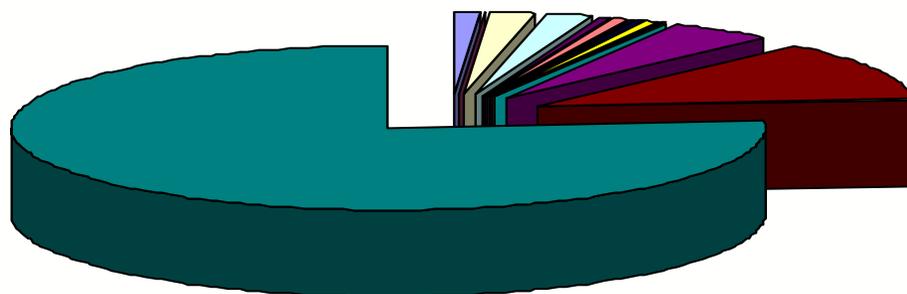
# Travailler par étapes

EVOLUTION DE LA CONSOMMATION EN kWh PAR HECTO POUR UNE EXPLOITATION DU SUD MACONNAIS POUR 7 MILLESIMES



## Travailler par étapes

### REPARTITION DE L'ENERGIE CONSOMMEE EN FONCTION DES EQUIPEMENTS POUR UNE EXPLOITATION DU SUD MACONNAIS MILLESIME 2012



**3 appareils assurent la presque totalité de la consommation d'énergie :**

\*La pompe à chaleur : 76 %

\*L'éclairage : 12 %

\*Ventilation : 4.5 %

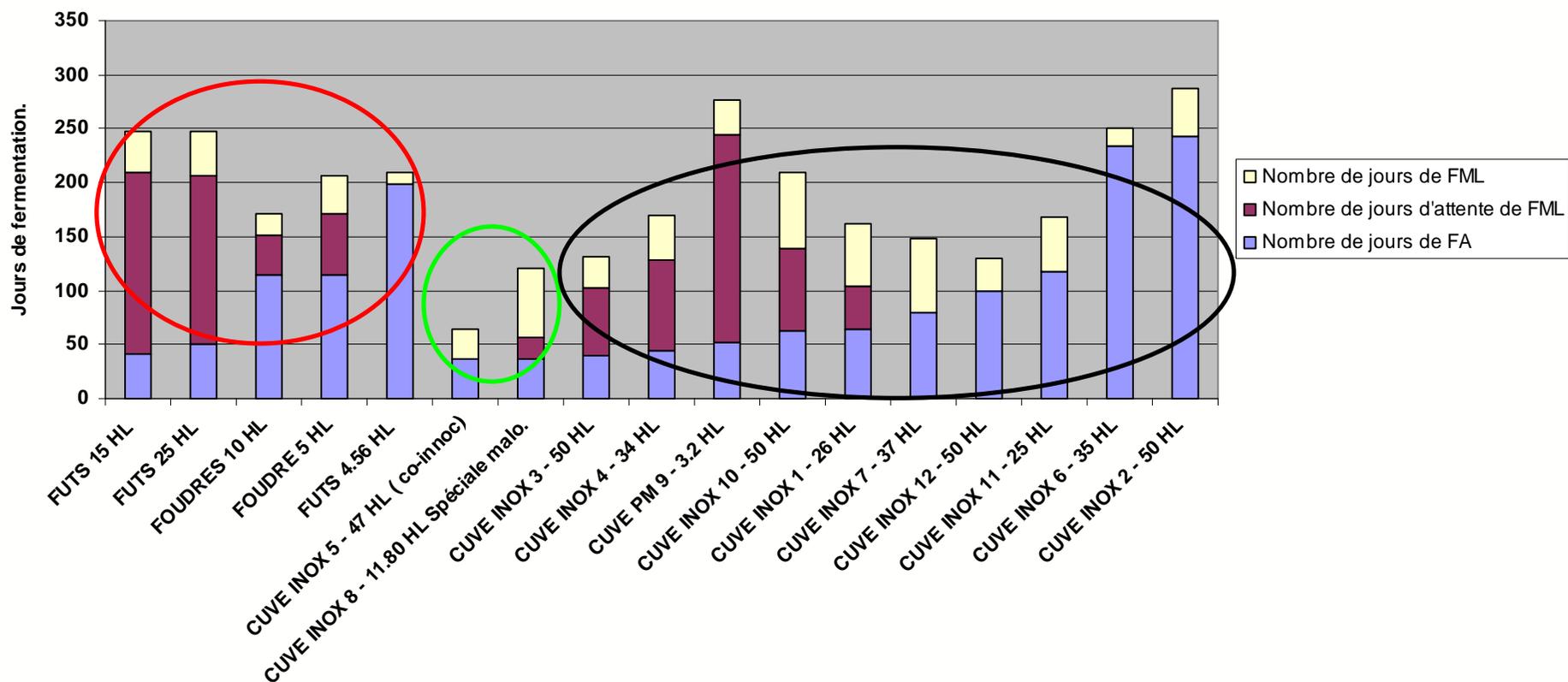
-

- NETTOYEUR HAUTE PRESSION
- TAPIS TRANSPORTEUR
- PRESSEUR N° 1
- PRESSEUR N°2
- POMPE N° 1
- POMPE N° 2
- CHAPTALISATEUR
- FILTRE DE LA POMPE POUR FILTRATION DEGROSSISSANTE
- FILTRE DE LA POMPE POUR FILTRATION STERILISANTE
- COMPRESSEUR
- MISE EN BOUTEILLES + TABLE D'ACCUMULATION
- ETIQUETEUSE
- VENTILATION
- ECLAIRAGE
- POMPE A CHALEUR



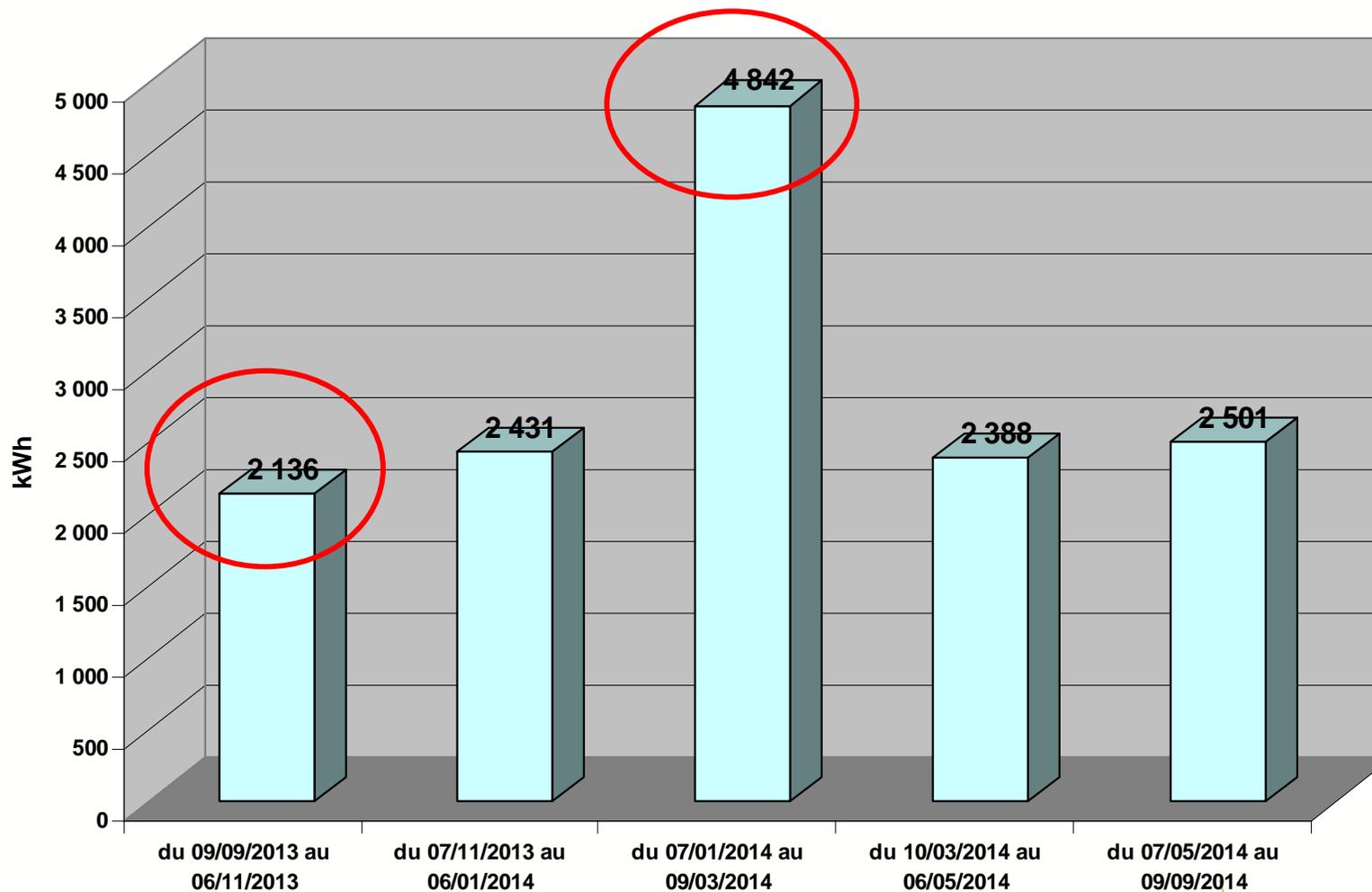
# Travailler par étapes

**INCIDENCE DE LA DUREE DE FERMENTATION ALCOOLIQUE SUR LES DELAIS D'APPARITION DE LA F.M.L DANS UN CHAI DU SUD MACONNAIS MILLESIME 2013 (Données triées en fonction du caractère boisé et de la durée de la fermentation alcoolique des vins blancs )**



# Travailler par étapes

REPARTITION DE LA CONSOMMATION D'ENERGIE D'UNE EXPLOITATION DU SUD MACONNAIS  
 POUR UNE ANNEE: MILLESIME 2013 ( 14298 kWh pour 510 hectares)



**Améliorations possibles après analyse des données récoltées (par ordre de priorité et analyse du retour sur investissement) :**

- 1. Révision du contrat de fourniture d'énergie : passage heures pleines/heures creuses,**
- 2. Recentrages sur 2 itinéraires techniques en fonction du niveau d'urgence des livraisons,**
- 3. Augmentation de l'inertie thermique du chai par ajout d'un portail supplémentaire pour éviter des chutes de température en dessous de 9 ° C,**



- 4. Diminution (hors fermentation) du coefficient de transmission thermique des cuvées prioritaires par ajout d'un isolant sur les cuves,**
- 5. Mise en place d'un compteur spécifique pour évaluer la consommation de la pompe à chaleur,**
- 6. Remplacement du ventilateur actuel par un ventilateur à commutation électronique à débit variable,**



### **7. Si renouvellement du réchauffeur/refroidisseur vitivinicole:**

- **choix d'un système privilégiant une montée en puissance progressive au démarrage limitant les pics d'intensité,**
- **Utilisation d'un circulateur/distributeur du liquide assurant le transfert des calories avec un variateur de puissance,**

### **8. Mise en place d'une ventilation double flux pour récupération de l'énergie thermique évacuée par ventilation ( avec garantie de l'évacuation du CO2).**



- **Développer des technologies pour un contrôle microbiologique des cuvées en cours de fermentation : nombre de levures vivantes, présence de Brettanomyces, nombre et nature des bactéries lactiques ( en une seule mesure),**
- **Préciser les conditions de développement des bactéries lactiques sélectionnées dans le cadre d'une co-inoculation en milieu sucré et froid,**
- **Enregistrer en continu les températures intérieures et extérieures du chai ainsi que les températures de fermentation et de garde pour pouvoir calculer en temps réel les consommations d'énergie.**





# Des conduites de vinification plus économes en énergie sont elles possibles ?

---

## CONCLUSIONS



- **Des conduites de vinification plus économes en énergies sont possibles : elles résulteront d'un travail cyclique et continu qui doit s'étaler sur plusieurs années( mesurer, optimiser, expérimenter, généraliser).**
- **3 niveaux d'approche (biologique, mécanique et architectural),**
- **Premières économies possibles de 20 à 25%.**
- **Bientôt un chai autosuffisant en énergie (photovoltaïque) ?**
- **Economies d'énergie : Outils de de communication?**





Je vous remercie pour votre attention.

