



## Choix de pompes à vin : 17 machines au banc d'essais

Jean-Michel DESSEIGNE : ITV NIMES - Tél : 04 66 20 67 00.

Extrait d'un article paru dans le Journal Matériel Agricole.  
Hors Série - Equipement Vigne  
Octobre - Novembre 2004

### INTRODUCTION

« Et si nous parlions de vos pompes ? » Il y a une vingtaine d'années, cette question aurait été jugée saugrenue par bon nombre de responsables de caves vinicoles. La pompe à piston bronze constituait en effet « La Pompe vinicole », omniprésente, simple d'utilisation, performante, robuste, quasiment inusable.

La prise de conscience que ces matériels peuvent avoir une incidence sur la qualité et l'hygiène est assez récente. Ainsi l'offre des équipementiers s'est diversifiée : pompes à piston alternatif tout inox, à rotor hélicoïdal, à rotor excentré, à impulseurs, à membrane, à lobes, à canal latéral, à pistons rotatifs, péristaltiques, centrifuges...Le choix peut paraître complexe, chaque type ayant bien sur ses caractéristiques de fonctionnement, ses pôles d'intérêts, ses points faibles aussi.

L'I.T.V. a réalisé des essais sur ces matériels en 2002 et 2003 dans le but de comparer leurs comportements et de fournir les bases techniques nécessaires au choix des pompes les plus adaptées aux besoins spécifiques de chaque installation.

Un banc d'essais a été réalisé, permettant de placer les machines dans les mêmes conditions expérimentales. Il se présente sous la forme d'un circuit fermé en inox 304 et d'une cuve d'expansion. Une vanne à membrane au refoulement permet d'exercer la contre pression désirée (jusqu'à 7 bars absolus). Les paramètres quantitatifs sont mesurés par des capteurs de pression, des sondes de température, un débitmètre électromagnétique et un analyseur d'énergie. L'incidence qualitative des pompes est évaluée en circuit fermé, le vin circulant 50 fois dans la boucle. Une sonde à oxygène est placée en ligne sur la canalisation et deux regards permettent de visualiser le brassage et l'émulsion engendrés par le pompage. Enfin une prise d'air, composée d'une vanne progressive, d'un débitmètre à air et d'un manomètre, permet de simuler une prise d'air à l'aspiration.

## Performances mécaniques

### Quelques rappels :

Avant de traiter des essais de pompe, nous allons rappeler succinctement les principales caractéristiques mécaniques permettant de juger des performances de ces matériels.

- **Le débit** volumétrique, exprimé classiquement en hl/h, représente le volume de fluide transféré par unité de temps. L'écoulement du fluide peut être régulier ou pulsé (par à-coup). Il peut être assuré dans un seul sens ou dans les deux sens (pompes réversibles). Il peut être réglable ou non.
- **La hauteur manométrique**, exprimée en mètres de hauteur de colonne d'eau (ou pression exprimée en bars) est la résultante de la différence de niveau qui existe entre la surface du liquide à pomper et le niveau de refoulement. A celle-ci s'ajoutent les pertes de charges qui représentent la pression nécessaire pour vaincre la résistance qu'offrent les différents éléments de tuyauterie à la circulation du liquide et éventuellement les équipements en aval (par exemple les filtres). On peut convertir toute hauteur de colonne d'eau en pression et inversement, sachant qu'une colonne de 10,2 m d'eau engendre une pression de 1 bar (  $10^5$  Pascal).
- Les débits peuvent varier en fonction des conditions d'utilisation, et notamment des pressions à vaincre (**courbes débits –pression**). Ainsi, à titre d'illustration, une pompe centrifuge assurant un débit de 130 hl/h sans contre pression peut avoir un débit nul à 2 bars de contre-pression. La seule connaissance d'un débit est donc insuffisante. Les performances doivent être annoncées au minimum à différents points de fonctionnement débit/pression.
- **Le rendement** est le rapport de la puissance réellement transmise au liquide à la puissance absorbée (traduit l'efficacité de la pompe).
- **La hauteur maximale d'aspiration** (canalisation pleine) est théoriquement de 10,33 m ; elle varie en fonction des caractéristiques de la pompe et également en fonction de la tension de vapeur du liquide et des pertes de charges.
- **La capacité d'auto-amorçage** est un paramètre important. Les machines non auto-amorçantes, disposées au-dessus du niveau du vin à pomper ne pourront débiter qu'après amorçage, c'est-à-dire après que la canalisation d'aspiration et le corps de pompe auront été remplis.
- Certaines pompes ne doivent pas **fonctionner à sec**, c'est à dire sans liquide à l'intérieur du corps de pompe. Celui-ci permet une « lubrification » des pièces en mouvement.
- **Les phénomènes de cavitation** dépendent du type de pompe utilisée. Lorsqu'en un point de la pompe la pression baisse trop, il peut se former des vides, des bulles de vapeur, qui peuvent perturber le fonctionnement de la pompe avec risque de détérioration et de coup de bélier.

### Essais comparatifs

17 pompes ont été testées. Les caractéristiques mécaniques au refoulement des pompes permettent de discriminer 4 groupes.

- **Premier groupe** : pompes à piston alternatif, à rotor hélicoïdal et péristaltiques. Leurs débits varient peu avec la contre-pression exercée (ou hauteur d'élévation). Elles sont donc adaptées pour les transferts sur de grandes distances ou lorsque la hauteur d'élévation à vaincre est importante. Ce sont réellement des pompes volumétriques.

Les **pompes à piston alternatif** ont d'excellentes performances à l'aspiration et au refoulement. Elles sont robustes, polyvalentes et simples d'utilisation : auto-amorçantes, réversibles et pouvant fonctionner à sec. Elles fonctionnent à faibles vitesses (10 à une centaine de coups par minutes), en limitant les risques de brassage.

Elles ont l'inconvénient d'avoir un débit pulsé, ce qui les interdit pour certains types de filtre. Elles tolèrent mal (sauf fabrications spéciales) le transport de matières abrasives en suspension, comme le kieselguhr ou les perlites. Des problèmes d'étanchéité au niveau des garnitures ou des segments du piston, ainsi qu'au niveau des clapets, peuvent être observés.

Traditionnellement fabriquées en "bronze", les constructeurs proposent maintenant des versions en acier inoxydable ; cependant, cette dénomination recouvre une grande variété d'exécution, allant de certaines pièces en acier inoxydable (par exemple chemise) à des versions « tout inox ».

Les essais réalisés mettent en évidence des différences de performances mécaniques selon les conceptions. Ainsi celles de la pompe Bodin VSX 200 sont supérieures à celles de la pompe Oeno 130 MX, ce qui justifie les écarts de prix assez importants entre les deux machines.



Pompe à piston alternatif (source : ITV)



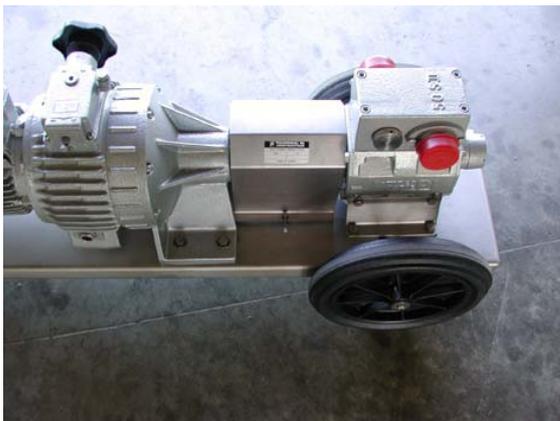
Pompe à rotor hélicoïdal (source : ITV)

Les **pompes à rotor hélicoïdal** ont également d'excellentes performances à l'aspiration et au refoulement. Elles permettent des débits réguliers, non pulsés et peuvent être utilisées pour l'alimentation de filtres. Référence qualitative, leur principal inconvénient est de ne pas tolérer le fonctionnement à sec. En fonction de leur conception, les pompes peuvent avoir des comportements spécifiques. Ainsi, à titre d'illustration, la chute de débit à 3 bars est de 4 % sur la pompe Netsch NU 30, 12 % sur la Kiesel SP6 et de 20 % sur la PCM Moineau 16 C4. Cette dernière pompe est équipée d'un stator flottant, c'est à dire qu'il a une extrémité libre. Cette conception permet l'obtention de pompes plus compactes et plus silencieuses, mais au détriment un peu de leurs performances au refoulement.

**Les pompes péristaltiques** ont des performances mécaniques comparables à celles des pompes à piston alternatif. Auto-amorçantes, réversibles et pouvant fonctionner à sec, elles ont comme particularité de très faibles vitesses de rotation : de 0 à 100 tours par minute. Leur débit est pulsé, ce qui nécessite la mise en place des pompes d'amortisseurs de pulsations anti-coup de bélier pour éviter l'éclatement des canalisations. Un de leur principal inconvénient est l'encombrement et le poids importants : 230 kg pour une pompe de 90 hl/h et jusqu'à plus de 700 kg pour une 300 hl/h. Les performances mécaniques varient selon les constructeurs mais aussi entre modèles d'une même marque.

**- Deuxième groupe :** pompes à rotor excentré, à lobes, à piston rotatif, à membrane. Leur débit chute sensiblement avec la contre-pression exercée. Sous l'action de la pression (sauf dans le cas des pompes à membrane), une partie du fluide recircule dans le corps de pompe : ce sont les fuites internes. Plus celles-ci sont importantes, plus les risques de brassage, de turbulences vont augmenter. Ces fuites internes favorisent également l'élévation de la température du fluide pompé.

**Les pompes à rotor excentré**, type ASPIC de Pichonneau, ont un débit très régulier, non pulsé. Elles peuvent fonctionner à sec quelques minutes. Leur vitesse de rotation est assez faible, de 200 à 700 tours par minute.



Pompe à rotor excentré (source : ITV)



Pompe à lobes (source : ITV)

Les **pompes à lobes** commencent à être proposées pour le transfert du vin. Elles sont actuellement surtout utilisées en industries agroalimentaires ou chimiques, pour des produits de fortes viscosités ou lorsque des conditions d'hygiène rigoureuses sont nécessaires. Ce sont en effet des pompes facilement démontables pour le nettoyage et stérilisables sous certaines conditions. Réversibles, fonctionnant avec des faibles vitesses de rotation, leur débit est très régulier, sans pulsations. Les essais ont cependant mis en évidence des performances très différentes entre les différents modèles. Ainsi, la pompe TLS 3.5 voit son débit chuter de plus de 30% à 3 bars et sa capacité d'amorçage à l'aspiration est quasiment nulle. La pompe PMH OEP a par contre d'excellentes performances mécaniques, tant à l'aspiration qu'au refoulement.

Les **pompes à pistons rotatifs** sont proposées par Stamo International depuis 1998. L'aspiration et le refoulement sont créés par la rotation de deux "pistons" équipés à leurs extrémités de tampons en élastomère. Ces nouvelles pompes volumétriques rotatives

rappellent par leur principe de fonctionnement certaines pompes à lobes. Elles ont un débit légèrement pulsé. Elles sont équipées de deux amortisseurs de pulsation à membrane, munis de vannes afin de limiter les contacts avec l'air. Elles sont auto-amorçantes, réversibles et peuvent fonctionner à sec. Elles sont conçues pour être facilement démontables et nettoyables. L'interprétation des courbes caractéristiques est complexe. Quand la contre-pression augmente, le débit chute de façon lente d'abord, puis beaucoup plus rapidement ensuite avant d'atteindre l'arrêt automatique de sécurité à 3 bars. Ainsi, d'un débit de 190 hl/h sans contre-pression, la pompe passe à un débit de 140 hl/h à 2.9 bars. La pompe s'autorégule en fonction de la contre-pression exercée pour fonctionner à son rendement maximum. Ainsi, lors de nos essais, les vitesses de rotation ont varié de 237 à 188 tours/minutes.



Pompe à piston rotatif (source : ITV)

**Les pompes à membrane** ont un principe de fonctionnement proche de celui des pompes à piston alternatif. L'aspiration et le refoulement sont créés par la déformation d'une ou plusieurs membranes, sous l'action généralement d'air comprimé. Auto-amorçantes et réversibles, elles ont un débit pulsé. Elles permettent de pomper des produits chargés, abrasifs et corrosifs. Leurs performances dépendent de celles de la source d'air comprimé.

**- Troisième groupe** : pompes à palettes. Ces pompes enregistrent une perte de débit jusqu'à 50% ou 100 % lors des montées en pression. Elles sont donc peu adaptées lorsque les hauteurs d'élévations sont importantes. Leurs performances à l'aspiration sont cependant satisfaisantes (capacité d'amorçage supérieure à 5 mètres lors de nos essais). Simples d'utilisation, très maniables et de très faible encombrement, elles sont facilement démontables et nettoyables. Elles ont par contre l'inconvénient de peu tolérer le fonctionnement à sec. Les essais réalisés ont mis en évidence des différences de performances importantes selon les constructeurs et selon les modèles d'une même marque.



Pompe à palettes souples (source : ITV)

- **Quatrième groupe** : pompes rotodynamiques (centrifuges, à canal latéral). Le principe de fonctionnement est très différent des matériels précédents, puisque le transfert du fluide est assuré sous l'effet de la force centrifuge, créée par la rotation rapide d'une roue. Le débit est très lié à la pression à vaincre. Elles doivent être dimensionnées en fonction d'un point de fonctionnement bien déterminé.

Les pompes centrifuges sont maniables, faciles à démonter et à nettoyer. Elles ont l'inconvénient de ne pas être auto-amorçantes et de « caviter » en présence de gaz. Elles fonctionnent également avec des vitesses de rotation élevées (1420 tours/min), d'où des risques de brassage.

Les pompes à canal latéral dérivent des pompes à anneau liquide (pompes à vide). A l'inverse des « centrifuges », elles sont auto-amorçantes et ont de bonnes performances à l'aspiration, ce qui en fait des matériels simples d'utilisation et polyvalents. Les vitesses de rotation sont, comme pour les centrifuges, élevées.

En synthèse sur ces aspects mécaniques, les performances et les caractéristiques mécaniques des pompes vinicoles sont donc très diverses. Elles sont également étroitement dépendantes de l'installation dans laquelle elles sont placées. Une bonne définition de ses besoins et la connaissance des caractéristiques essentielles mentionnées ci-dessus permettent déjà de résoudre bien des problèmes. Les performances dépendent également des qualités de fabrication. Celles-ci peuvent justifier des écarts de prix de vente. Les performances et les caractéristiques essentielles des machines sont à demander avant acquisition.

## PERFORMANCES QUALITATIVES

L'œnologue sait que le vin ne doit pas être transvasé à outrance et que les "brassages" lui sont néfastes. Notre objectif est de quantifier ces effets en fonction des pompes utilisées. Les essais sont réalisés avec du vin rouge et du vin blanc. De manière à accentuer les effets du pompage, la durée du fonctionnement est telle que le vin circule 50 fois dans la boucle d'essais.

Trois modalités ont été étudiées :

- Pompage sans contre-pression et sans prise d'air à l'aspiration
- Pompage sans contre-pression avec prise d'air à l'aspiration
- Pompage avec une contre-pression de 2 bars

## DISSOLUTION D'OXYGENE

Une aération des moûts et des vins est souvent suspectée lors des transferts par pompe. Cette aération peut avoir des effets qualitatifs positifs ou négatifs. Elle peut avoir plusieurs origines : une prise d'air à l'aspiration due à des raccords mal positionnés ou mal serrés, des canalisations partiellement pleines, un pompage d'un fond de cuve, l'absence d'inertage des cuves ...ou la pompe elle-même.

Lors de nos essais, l'oxygène dissous est mesuré en continu par une sonde installée en ligne, sur la canalisation (cf. Graphique 1).

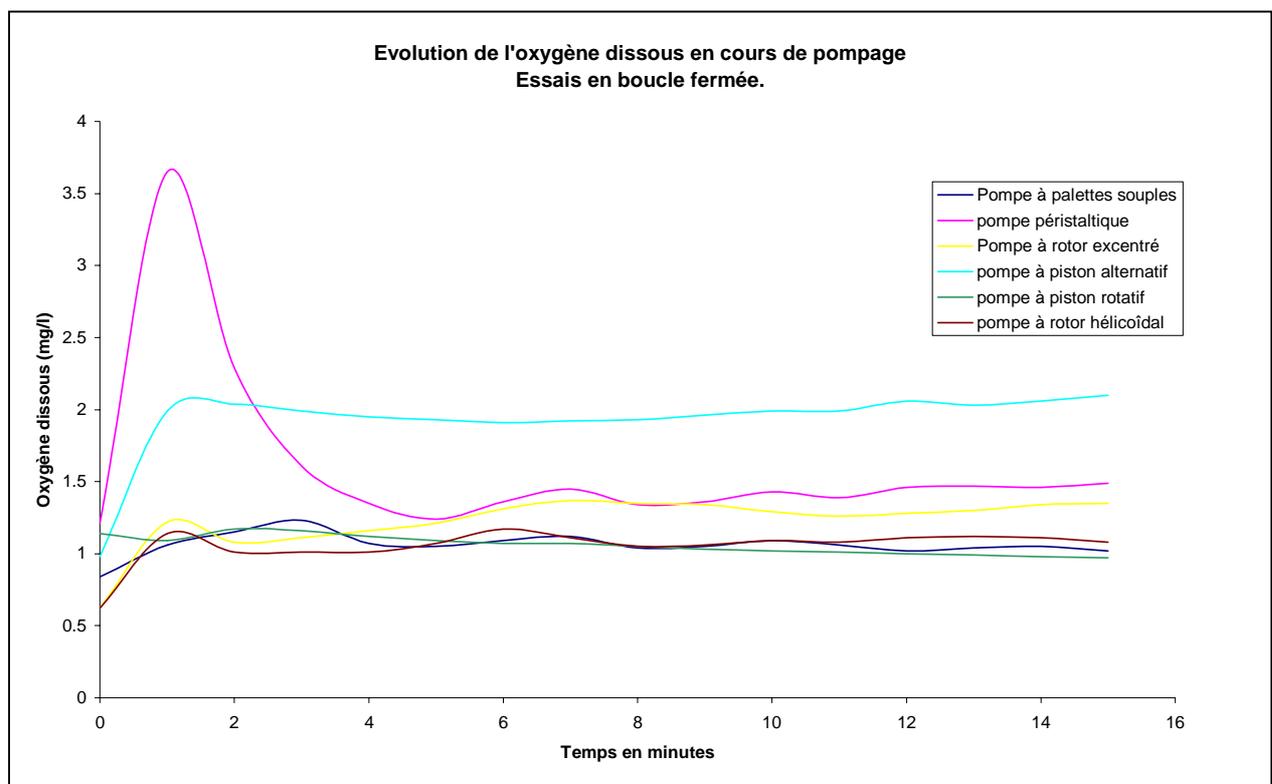
Sans aucune prise d'air à l'aspiration, la dissolution d'oxygène due aux pompes est quasi nulle, sauf avec des pompes équipées d'amortisseurs de pulsations de type « cloches à air » : pompes à piston alternatif et pompes péristaltiques. Cette dissolution d'oxygène est

alors surtout notable en début d'utilisation, l'oxygène contenu dans les cloches étant progressivement consommé.

Avec prises d'air à l'aspiration, la dissolution d'oxygène est évidemment importante quelle que soit la pompe utilisée.

Il faut donc retenir que les dissolutions d'oxygène constatées lors d'un pompage ne sont généralement pas imputables aux pompes en elles-mêmes. Avec de "bonnes pratiques" de cave (inertage des cuves, étanchéité des raccords, circuit d'aspiration court...), ces dissolutions d'oxygène peuvent être généralement maîtrisées. Une légère aération des moûts ou des vins en début de transfert ne peut cependant pas être évitée avec les pompes à piston alternatif et péristaltiques équipées de « cloches à air ».

### Graphique 1 :



### BRASSAGE DU VIN

Lors d'un pompage, le vin va subir un certain nombre d'actions mécaniques que l'on dénomme sous le terme de "brassage". Ce brassage peut avoir pour origine :

- Une recirculation d'une partie du vin dans le corps de pompe. Cette recirculation a lieu sur certaines pompes lorsque la pompe fonctionne en charge (fuites internes). Nous avons vu précédemment que ces "fuites internes" sont quasi-nulles avec les pompes à piston alternatif, à rotor hélicoïdal, à membrane et péristaltiques, assez faibles avec les pompes à rotor excentré, à lobes et à pistons rotatifs. Elles peuvent être importantes avec les pompes à palettes, centrifuges et à canal latéral si la pression à vaincre est élevée.
- De fortes vitesses de rotation, ce qui peut être le cas sur les pompes volumétriques de faible cylindrée et les pompes rotodynamiques.

- Des vitesses de circulation du vin élevées dans le corps de pompe (pompes rotodynamiques).

Ce brassage est difficile à quantifier. L'augmentation de température du vin au cours du pompage en donne une image assez fiable mais incomplète. En effet, en boucle fermée, l'évolution des températures du fluide pompé est liée :

- Aux phénomènes hydrauliques dans la boucle (frottements). Ceux-ci varient en fonction des vitesses d'écoulement (débits).
- Aux frottements, actions mécaniques et recirculations dans le corps de pompe, liés à la conception des machines.

Lors de nos essais réalisés en boucle fermée, l'enregistrement en continu des températures a montré que l'échauffement des vins est fonction :

- Des débits de circulation, à relier aux effets des frottements sur les canalisations.
- De la cylindrée de la pompe. A débit identique, plus la cylindrée est élevée, moins l'élévation de température est notable. A titre d'illustration, avec des pompes à palettes à débits réglables, à 70 hl/h pendant 15 minutes, nous avons relevé des élévations de température de 0.8 °C sur une pompe 0-120 hl/h, de 0.6 °C sur une pompe 0-180 hl/h et de 0.3 °C sur une pompe 0-280 hl/h.
- Du type de pompe. Les plus fortes augmentations de température des vins sont observées sur les pompes centrifuges et à canal latéral, et dans une moindre mesure sur les pompes à palettes. Ce critère « température » ne permet pas de discriminer entre elles les autres pompes testées.

## CONTAMINATIONS EN METAUX

Les pompes peuvent être à l'origine de contaminations importantes des vins en cuivre et en plomb. De précédents essais réalisés dans les années 1990 avaient en effet mis en évidence des contaminations jusqu'à 0.5 mg/l de cuivre et 29 µg/l de plomb en un passage dans des pompes possédant des pièces en bronze ou laiton au contact du vin. Le cuivre et le plomb sont surtout « relargués » en début de pompage, les premiers litres de vin « rincent » en quelque sorte le matériel.

Lors des essais 2002 et 2003, sur 16 des 17 pompes testées, aucune contamination n'a été mise en évidence. La qualité générale des pompes à vin s'est donc fortement améliorée. Seule une pompe à piston alternatif possédant un corps de pompe en bronze (pompe neuve) présente des contaminations très importantes : 0.10 mg/l en cuivre et 96 µg/l en plomb en un passage. Ce type de matériel « bronze » n'est plus adapté aux exigences actuelles en terme d'hygiène.

## NETTOYABILITE

La nettoyabilité, évaluée par ATPmètrie lors des essais, repose sur quelques règles simples : accessibilité des différentes pièces, simplicité mécanique, bon état de surface des matériaux et soudures de bonne qualité, absence de recoins et points bas, présence d'une purge de vidage totale... Les résultats obtenus sont globalement satisfaisants, certaines pompes restant cependant encore difficilement nettoyables. Le nettoyage des amortisseurs de pulsations (cloches à air) est notamment plus ou moins bien résolu selon les modèles.

## EFFETS INDUITS SUR LE VIN

Les paramètres analytiques courants ont été suivis sur deux mois : acidité totale, acidité volatile, densités optiques à 420, 520 et 620 nm, IPT, SO<sub>2</sub> et CO<sub>2</sub>.

Avec une prise d'air à l'aspiration, l'effet pompage est significatif, quel que soit le type de pompe utilisé, et il se traduit par une diminution du SO<sub>2</sub> libre et de la teneur en gaz carbonique des vins.

Sans prise d'air à l'aspiration, l'effet pompage sur les paramètres analytiques est peu sensible. Une légère diminution de la teneur en SO<sub>2</sub> des vins a cependant été mise en évidence lors de certains essais de pompes à piston alternatif.

Dans nos conditions expérimentales, malgré un fonctionnement en circuit fermé (50 recirculations dans la boucle d'essais), les dégustations comparatives n'ont pas permis de discriminer les pompes entre elles. Nous nous garderons de généraliser ces résultats pour l'ensemble des vins. Les effets induits par les différents types de pompe peuvent en effet peut-être varier en fonction des caractéristiques des vins pompés.

## CONCLUSIONS

La Pompe « à piston » en bronze n'étant plus adaptée aux conditions modernes de production, les équipementiers proposent de nouvelles pompes, diverses, spécifiques au secteur vinicole. Les essais réalisés ont permis d'établir leurs performances respectives. Chaque type possède ses caractéristiques propres, ses avantages, ses inconvénients.

La qualité générale des matériels s'est nettement améliorée, et les nouvelles pompes n'engendrent plus de contamination des vins en cuivre et en plomb. La nettoyabilité des machines est mieux prise en compte mais reste encore à optimiser dans bien des cas. Le brassage des vins, considéré comme défavorable à la qualité, dépend du type de pompe utilisé et du dimensionnement. L'incidence directe sur la qualité des vins est cependant délicate à mettre en évidence expérimentalement. Enfin, avec de bonnes pratiques de cave, l'aération des vins lors d'un transfert par pompe, peut, si besoin, être maîtrisé.

-----