

Dipartimento Di Scienze Chimiche

Bollicine
Birra, prosecco, spumante e champagne: vita, morte e miracoli delle bollicine

Saverio Santi

Università Degli Studi Di Padova



La nascita delle bollicine



Ogni evento festoso ed importante è tradizionalmente accompagnato da una bottiglia di vino spumante.

Ciascuno di noi, o quasi, possiede una storia o un aneddoto legato ad una bottiglia o ad un bicchiere di vino.

È sorprendente come l'effervescenza di un liquido possa stimolare i diversi sensi: la vista, con la limpidezza ed il luccichio, il sapore, con le bollicine che solleticano il palato, lo si può addirittura ascoltare, le bollicine che scoppiano in superficie ricordano lo sciabordio delle onde del mare sulla battigia.

Insomma un vero piacere, ma non è sempre stato così.

La nascita delle bollicine

Lo Champagne (valle della Marna) era, ed è tuttora, una regione di vini pregiati, per molto tempo preferiti dai re a Parigi.

Fino al 1500, erano ancora senza bollicine e in forte competizione con i vini della Borgogna, spesso di maggior successo perché più facili da trasportare lungo la Marna fino a Parigi:



Alla fine del XV secolo in Europa ci fu l'inizio di **piccola glaciazione** che **sconvolse la vinificazione**. In tutta Europa gelarono importanti vie di trasporto fluviali.

Anche nella regione dello Champagne il tempo risultò all'improvviso più freddo del solito nel periodo della vendemmia.

La nascita delle bollicine

Durante la vinificazione i lieviti sparsi sui grappoli, che trasformano in alcol gli zuccheri presenti nel mosto ricavato dalla pressatura dell'uva, non ebbero il tempo sufficiente per svolgere il loro compito nei tini e **il processo di fermentazione si interruppe**.

In primavera la fermentazione riprese nelle bottiglie e la seconda fermentazione produsse un eccesso di diossido di carbonio che intrappolato nei recipienti generò una leggera effervescenza.

L'aristocrazia francese non apprezzò questa effervescenza che era ritenuta un segno di cattiva vinificazione.

I vini dello Champagne persero completamente il mercato a favore dei vini della Borgogna. Dopo due secoli di tempi bui **la Chiesa Cattolica, che aveva vasti interessi nelle vigne dello Champagne e stava subendo un'importante diminuzione delle entrate, decise di affrontare il problema**.

La nascita delle bollicine

Nel 1668 la Chiesa affidò a un monaco di 29 anni, **Dom Pierre Pérignon**, il compito di risolvere il problema delle bollicine e produrre vini fermi. Dom Pérignon, in qualità di nuovo capo cantiniere dell'Abbazia di Hautvillers, **incominciò così a sviluppare diversi metodi per ridurre l'effervescenza**.



Nel frattempo, i gusti cominciavano a cambiare. **Il "vino frizzante" divenne di moda** nell'alta società inglese.

Nel 1662, Christopher Merret aveva infatti illustrato alla Royal Society di Londra un lavoro sulla tecnica di produzione del vino frizzante. Aveva scoperto che l'aggiunta di zucchero ai vini dello Champagne li rendeva effervescenti e aumentava il loro contenuto alcolico.

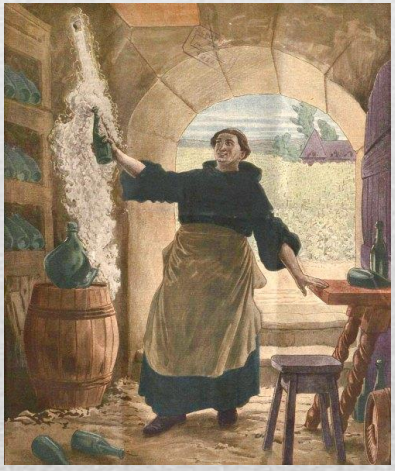
La nascita delle bollicine

In Francia anche i nobili di Versailles, sotto Luigi XIV, iniziarono ad apprezzare le bollicine nel vino.

Fu così che alla fine del XVII secolo, fu ordinato a Dom Pérignon di invertire i propri sforzi e sviluppare nuovi metodi per incrementare l'effervescenza del vino.

Questo mutamento del gusto rese Dom Pérignon molto felice.

Si racconta infatti che quando per la prima volta assaggiò un vino per caso diventato effervescente, abbia esclamato:



" Venite presto fratelli, sto bevendo le stelle! "

La produzione di vini spumanti con **metodo *champenois*** è un'arte che è stata tramandata nei secoli, ma grazie alle strumentazioni scientifiche avanzate di cui disponiamo oggi, possiamo asserire di aver compreso gran parte di questo processo e tutto ciò che comporta.

Gérard Liger-Belair

professore di fisica chimica all'Università di Reims

ha studiato per parecchi anni la chimica fisica delle bolle nelle bevande gassate; lavora anche come consulente per il dipartimento di ricerca dello Champagne Moët & Chandon ed è autore di diversi articoli e libri.



- **Dietro a tutto il fascino di un bicchiere di vino spumante nessuno immagina quanto stia accadendo nella flûte che tiene in mano: in effetti è invisibile ad occhio nudo.**

- **Con la fotografia ad alta velocità, la tomografia laser e con le conoscenze della fisica dei fluidi, si può comprendere come il processo di effervescenza che caratterizza i vini spumanti e la birra, possegga diverse funzioni fondamentali.**

- **Senza effervescenza vini spumanti e birra sarebbero irriconoscibili, piatti. Anche lo Champagne sarebbe un vino di poco interesse.**

- **Le bollicine sono in grado di agire in qualità di veicoli del sapore e del profumo, e non solo.**

Fotografia stop-motion

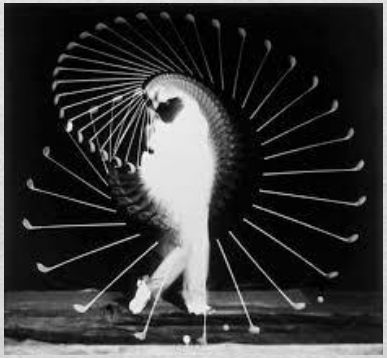
Nel 1937 Harold Eugene Edgerton è stato un pioniere della tecnica multiflash di breve durata (fino a 120 flash al secondo) **con l'applicazione di apparecchiature stroboscopiche**.



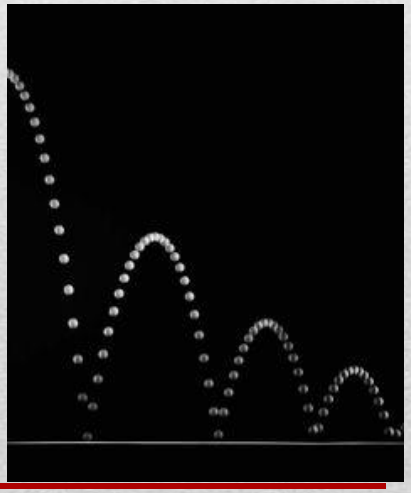
La tecnica multiflash elettronica gli permise di produrre fotografie di straordinaria bellezza, molte delle quali apparse su **Life Magazine**.

Inoltre, quando si scattano fotografie con multiflash per fotografare eventi veloci, **è possibile catturare immagini di eventi in diverse fasi del movimento.**









- **Negli ultimi anni sono stati condotti diversi studi dai quali è emerso che la temperatura del vino spumante condiziona il rilascio di diossido di carbonio dal bicchiere.**

- **È stata studiata la relazione tra forma del bicchiere e percezione degli aromi.**

- **Le bollicine contengono concentrazioni più elevate di composti aromatici rispetto al liquido e sono molto importanti per i flussi che inducono all'interno del liquido.**

Considerando tutti questi fattori, non stupisce il complesso meccanismo che in realtà si cela dietro le bollicine che risalgono all'interno di un bicchiere di vino spumante:

- **il livello di diossido di carbonio**
- **la temperatura del vino**
- **il tasso di crescita delle bollicine**
- **la forma del bicchiere**

Sono tutti fattori che vanno a impattare sulla degustazione modificando il meccanismo neuro-fisico-chimico responsabile del rilascio e della percezione degli aromi.

1. **Cos'è la condensa che si forma stappando la bottiglia?**
2. **Come si versa lo spumante?**
3. **È meglio la coppa o la flûte?**
4. **Come si formano le bolle?**
5. **Le bolle di piccole dimensioni sono indicative di un vino di qualità superiore?**
6. **Come le bolle influenzano l'aroma?**
7. **Perché l'effervescenza rende migliore l'aroma?**

I vini spumanti sono classificati come vinificazioni speciali perché si prevede la rifermentazione di un vino base con delle caratteristiche specifiche:

- **colore tenue**
- **aroma fruttato**
- **moderato contenuto alcolico (12-13% Vol)**
- **bassa acidità volatile**

Il valore aggiunto del *metodo champenois* o *metodo tradizionale* è dato dal processo produttivo lungo e con diverse procedure tipiche, alcune sono state automatizzate ma necessitano di personale qualificato.

In questa tecnica di vinificazione si procede con la rifermentazione del vino base con delle caratteristiche specifiche e diverse a seconda delle zone in cui viene prodotto e spesso è una miscela di uve.

È un processo che si svolge in due fasi:

- **la prima fermentazione che prevede la preparazione di un vino base con colore tenue, aroma fruttato, moderato contenuto alcolico 10-11% vol., bassa acidità volatile;**

- **la seconda fermentazione in bottiglia con vino base addizionato con lieviti, zucchero e sali minerali.**

Il metodo champenois

Raccolta

Torchiatura

Solfitazione

Sfecciatura

Prima fermentazione

Fermentazione malolattica

Assemblaggio

Tiraggio (Tirage)

Presa di spuma

Rémuage

Sboccatura (Dégorgement)

Dosage

Raccolta

Solitamente attorno a metà settembre (ma negli ultimi anni più spesso all'inizio di settembre a causa del riscaldamento globale), le uve sono raccolte manualmente e selezionate sul campo per evitare ossidazioni del mosto.

Nella regione dello **Champagne** **sono coltivate tre cultivar: *Chardonnay* (uve bianche), *Pinot meunier* e *Pinot noir* (uve nere).**

Nella zona della **Franciacorta** **sono coltivate tre cultivar: *Chardonnay e Pinot Bianco* (uve bianche), *Pinot nero* (uve nere).**

Nella zona di **Gavi** **è coltivato il *Cortese* (uve bianche).**

Il disciplinare **Trento D.O.C. dal 1899 prevede l'uso di uve Chardonnay e/o Pinot bianco e/o Pinot nero e/o Meunier; attualmente la maggior parte della produzione è rappresentata da uve Chardonnay al 100%.**

Il metodo champenois

Raccolta

Torchiatura

Solfitazione

Sfecciatura

Prima fermentazione

Fermentazione malolattica

Assemblaggio

Tiraggio (Tirage)

Presa di spuma

Rémuage

Sboccatura (Dégorgement)

Dosage

Torchiatura

Viene effettuata senza preventiva pigiatura quando tra i vitigni usati ci sono uve nere e si procede rapidamente per evitare ogni dispersione di sostanza colorante nel mosto, eliminando completamente le bucce.

La denominazione *Blanc de Blanc* indica vini elaborati a partire dal solo vitigno *Chardonnay*.

La torchiatura è frazionata in diverse spremiture:

- **la prima è chiamata *cuvée* ed è la più fresca, la più fine e contiene più lieviti;**
- **il primo ed il secondo *taille* che sono mosti più acidi e più ricchi in elementi azotati.**

Si ha infine l'eliminazione delle vinacce, che può essere manuale o meccanica; queste vanno in distillazione obbligatoria.

Segue scrupolosa pulizia e disinfezione di tutta l'attrezzatura utilizzata, dalle cassette alle presse.

Il metodo champenois

Raccolta

Torchiatura

Solfitazione

Sfecciatura

Prima fermentazione

Fermentazione malolattica

Assemblaggio

Tiraggio (Tirage)

Presa di spuma

Rémuage

Sboccatura (Dégorgement)

Dosage

Solfitazione

L'anidride solforosa va distinta tra "naturale" ed "aggiunta": il lievito di fermentazione del vino, *Saccharomyces cerevisiae*, produce anidride solforosa come sottoprodotto del metabolismo.

La quantità prodotta dipende dal ceppo del lievito, la composizione del mosto e dalle condizioni di fermentazione.

E' possibile, in determinate condizioni, che siano prodotti fino a 100 mg/L di anidride solforosa senza nessuna aggiunta.

Più il mosto o il vino è acido, più la quantità relativa di solforosa molecolare attiva è rilevante, e meno è necessario solfitare per una buona protezione.

E' per questa ragione che i vini della Champagne, che sono fra i più acidi, sono fra i vini che contengono meno anidride solforosa aggiunta.

Solfitazione

Ruoli dell'anidride solforosa:

- **Antisettica nei confronti dei batteri che dei lieviti**
- **Antiossidante**
- **Acidificante**
- **Chiarificante: permette la sfecciatura nella vinificazione in bianco e ritarda la fermentazione alcolica**

Dosi di solforosa raccomandate nei mosti di spumanti di alta qualità: da 40 a 100 mg/L, secondo la frazione di mosto, lo stato sanitario delle uve e l'igiene della stazione di pressatura.

Il metodo champenois

Raccolta

Torchiatura

Solfitazione

Sfecciatura

Prima fermentazione

Fermentazione malolattica

Assemblaggio

Tiraggio (Tirage)

Presa di spuma

Rémuage

Sboccatura (Dégorgement)

Dosage

Sfecciatura

Operazione che consiste in un travaso per ottenere mosto limpido.

Il mosto non sfecciato esce torbido e carico di pectine.

Dopo 12-24 ore le fecce costituiscono una percentuale dal 1-4% e sedimentano.

Queste vengono in seguito recuperate e finiscono in distilleria.

Da 4000 kg di uve si ottengono 2000 L di cuvée e 20-80 L di fecce.

Il metodo champenois

Raccolta

Torchiatura

Solfitazione

Sfecciatura

Prima fermentazione

Fermentazione malolattica

Assemblaggio

Tiraggio (Tirage)

Presa di spuma

Rémuage

Sboccatura (Dégorgement)

Dosage

Prima fermentazione

Preparazione del vino base:

- **il mosto deve avere uno specifico contenuto zuccherino per quantificare una gradazione alcolica potenziale e un'acidità ottimale che si raggiunge acidificando o disacidificando**;
- **il mosto deve essere incolore**, altrimenti si impone la decolorazione con carbone enologico.

Il vino base presenta:

- **moderato contenuto alcolico 10-11% vol. ottenuto ad una temperatura di fermentazione compresa tra 5 e 20 °C**;
- **basso contenuto di solforosa e contenuto finale in zucchero di circa 2 g/L.**

Alcuni produttori, al termine della fermentazione alcolica, per acidificare conducono la fermentazione malolattica che aumenta la stabilità del vino.

Prima fermentazione

La fermentazione alcolica si conduce dopo aver preparato i lieviti (*Saccharomyces cerevisiae*) e consiste nel metabolismo degli zuccheri da parte dei lieviti, accompagnato dalla produzione di etanolo e biossido di carbonio:

glucosio $\xrightarrow{\textit{lieviti}}$ **alcol etilico + anidride carbonica**

Si ottiene un vino bianco fermo perché la grande quantità di anidride carbonica prodotta, circa 50 L di anidride carbonica per litro di mosto, è lasciata fuoriuscire.

La fermentazione malolattica in presenza di batteri lattici (Oenococcus, *Lactobacillus*) trasforma l'acido malico in acido lattico e biossido di carbonio:



+ anidride carbonica

Il metodo champenois

Raccolta

Torchiatura

Solfitazione

Sfecciatura

Prima fermentazione

Fermentazione malolattica

Assemblaggio

Tiraggio (Tirage)

Presa di spuma

Rémuage

Sboccatura (Dégorgement)

Dosage

Fermentazione malolattica

Nella fermentazione malolattica, l'acido malico più aspro presente nell'uva, viene trasformato in acido lattico, più delicato e meno acre, e anidride carbonica. Il suo scopo principale è quello di ridurre il livello di acidità del vino. Inoltre, conferirà note aromatiche di brioche e burro.

Affinché questo tipo di fermentazione abbia inizio, sono necessarie le seguenti condizioni:

- **acidità del vino non eccessivamente alta;**
- **limitata concentrazione di anidride solforosa;**
- **alcol etilico inferiore a 15%;**
- **temperatura tra i 18° e i 20°;**
- **batteri naturalmente presenti nel mosto e riattivati dalla variazione della temperatura di conservazione;**

oppure

- **inoculi di ceppi batterici selezionati (Oenococcus, *Lactobacillus*).**

Fermentazione malolattica

La fermentazione malolattica permette generalmente di ottenere un vino più morbido ed equilibrato, maggiormente persistente, più ricco di corpo (per via della concentrazione dei polisaccaridi come glucani e fruttani) e con profumi più fini.

Si fa un travaso in meno, quello di fine fermentazione alcolica.

I toni erbacei divengono meno marcati e si accentuano le sfumature di noce, vaniglia, spezie, cuoio e tostature.

Per tradizione è più gradita per i vini rossi ma attualmente è stata introdotta anche nei vini bianchi importanti, dotati di grande morbidezza.

Non viene eseguita nei vini bianchi di pronta beva, che fondano le loro caratteristiche sull'acidità.

Il metodo champenois

Raccolta

Torchiatura

Solfitazione

Sfecciatura

Prima fermentazione

Fermentazione malolattica

Assemblaggio

Tiraggio (Tirage)

Presa di spuma

Rémuage

Sboccatura (Dégorgement)

Dosage

Assemblaggio

Dopo un mese di fermentazione malolattica e la filtrazione, viene effettuato l'assemblaggio o *blending*. È una procedura che viene compiuta allo scopo di creare un vino equilibrato a livello di aromaticità, contenuto zuccherino e acidità.

L'assemblaggio è una sapiente miscela di vini di varie annate (spesso prodotti a partire da uve provenienti da vigneti diversi), che caratterizzano lo stile dell'azienda di produzione.

Si esegue un trattamento con il freddo per stabilizzare il vino per accelerare la formazione di cristalli di tartrato.

Se la miscela è composta da uve della stessa annata almeno per l'85%, allora lo spumante merita la denominazione di "millesimato" (millésime = annata) e può essere riportata l'annata in etichetta; dopo il *tiraggio* riposa in cantina almeno 3 anni (1000 giorni).

Il metodo champenois

Raccolta

Torchiatura

Solfitazione

Sfecciatura

Prima fermentazione

Fermentazione malolattica

Assemblaggio

Tiraggio (Tirage)

Presa di spuma

Rémuage

Sboccatura (Dégorgement)

Dosage

Tiraggio (Tirage)

Il *liqueur de tirage* è costituito da vino base addizionato con lieviti, zucchero 24 g/L e sali (fosfato o solfato d'ammonio), questi ultimi per compattare le fecce.

Questa precisa quantità di zucchero farà ottenere una pressione di 6 bar dopo la presa di spuma.

Il tutto viene versato nelle bottiglie di vetro chiuse con una cartuccia di plastica (*bidule*) e tappo a corona.

Presa di spuma (prise de mousse)

Il vino inizia la sua lenta **seconda fermentazione** a temperature che si aggirano tra i 10-12 °C. I lieviti trasformeranno così gli zuccheri in anidride carbonica e alcol etilico. Si nutrono dei sali minerali che restituiranno in seguito al vino quando moriranno. Si effettua così quella che viene detto affinamento sui lieviti.

Il metodo champenois

Raccolta

Torchiatura

Solfitazione

Sfecciatura

Prima fermentazione

Fermentazione malolattica

Assemblaggio

Tiraggio (Tirage)

Presa di spuma

Rémuage

Sboccatura (Dégorgement)

Dosage

Remuage

È molto importante perché porta a conseguenze non solo di natura estetica, conferendo limpidezza al prodotto, ma è anche determinante per il sapore del vino. Innanzitutto le bottiglie vengono sistemate sulle *pupitres*, su appositi cavalletti che mantengono le bottiglie con il collo rivolto verso il basso. Per spingere i lieviti morti verso il collo della bottiglia. Due volte al giorno per circa tre settimane le bottiglie vengono fatte ruotare di un quarto di giro.

Sboccatura (dégorgement)

Il collo delle bottiglie viene messo verticalmente verso il basso in macchinari a bassa temperatura (-30°C) e creano un ghiacciolo che ingloba le fecce. Dalle bottiglie in posizione normale, si fa saltare il tappo a corona, e la pressione della CO_2 espelle rapidamente il ghiacciolo, liberando così lo spumante da ogni impurità. Questo è il momento in cui lo spumante viene a contatto con l'aria per la prima volta.

Il metodo champenois

Raccolta

Torchiatura

Solfitazione

Sfecciatura

Prima fermentazione

Fermentazione malolattica

Assemblaggio

Tiraggio (Tirage)

Presa di spuma

Rémuage

Sboccatura (Dégorgement)

Dosage

Dosage.

Durante il *dégorgement* si perde una certa quantità di vino che viene quindi rabboccato: si tratta di un'operazione di colmatura che si effettua con il ***liqueur de dosage***, **definito anche *liqueur d'expedition***, **un misto di vecchi vini e zucchero**. L'ampia varietà di dolcezza dei diversi spumanti dipende dalla quantità di zucchero aggiunta:

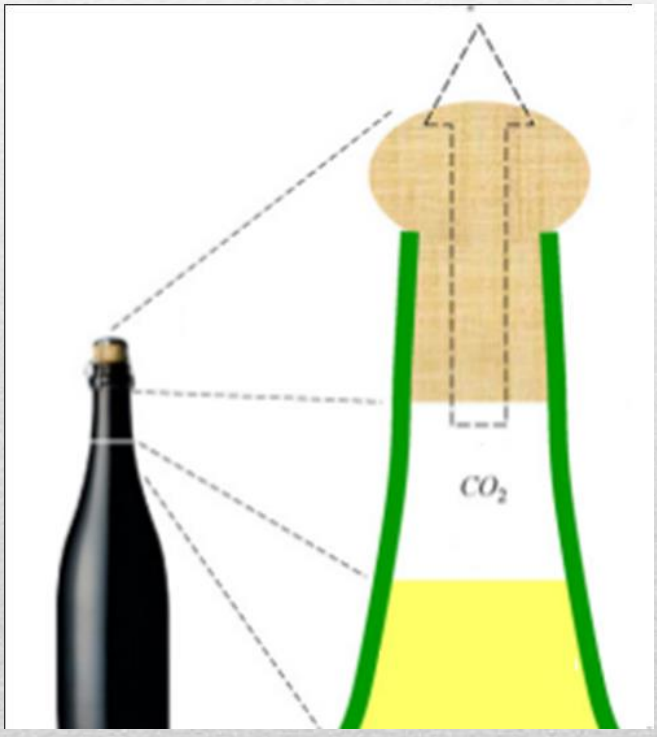
- ***Dolce*** >50 g/L
- ***Demi sec*** (abboccato) da 32 a 50 g/L
- ***Sec secco*** da 17 a 32 g/L
- ***Extra dry*** da 12 a 17 g/L
- ***Brut*** <12 g/L
- ***Extra brut*** ≤6 g/L
- ***Brut nature*** <3 g/L
- ***Pas dosé*** <3 g/L
- ***Dosage zéro*** <3 g/L

Per queste ultime tre tipologie non si aggiunge zucchero dopo la presa di spuma.

Equilibrio durante la maturazione

La seconda fermentazione porta alla formazione di 5 litri di CO_2 e con il tempo si instaura un equilibrio tra la CO_2 gassosa (5 bar) e la CO_2 disciolta nel liquido (12 g/L).

Il sughero tuttavia è un materiale poroso e la CO_2 è naturalmente portata a diffondere attraverso il tappo.



Equilibrio durante la maturazione

Lo spumante a 10-12 °C contiene, disciolta al suo interno, una concentrazione di circa 12 grammi per litro di CO_2 e si trova a una pressione di 5 bar.

Le molecole di CO_2 disciolte nel vino e quelle gassose sotto il tappo di sughero sono in equilibrio secondo la legge di Henry.

Questa legge stabilisce che la pressione parziale di un dato gas sopra una soluzione è proporzionale alla concentrazione di gas disciolto nella soluzione, come espresso dalla seguente relazione:

$$c = K_H \cdot p_{CO_2}$$

Stappatura






1. **Rottura dell'equilibrio**
2. **Espansione della CO_2 comporta un abbassamento della temperatura di 90°C**
3. **La nube bianca è la condensazione istantanea delle molecole d'acqua si osserva a tutte le temperature**
4. **La nube bluastra è invece dovuta al <u>brinamento della CO_2 gassosa</u>, si osserva nella stappatura di bottiglie mantenute a 20°C:**



La CO_2 lascia il liquido per mezzo dell'effervescenza (20%) e per diffusione attraverso la superficie (80%).

Per preservarla si sono considerati diversi parametri:

1. **la forma del bicchiere**
2. **la modalità di mescita**
3. **la temperatura del vino**

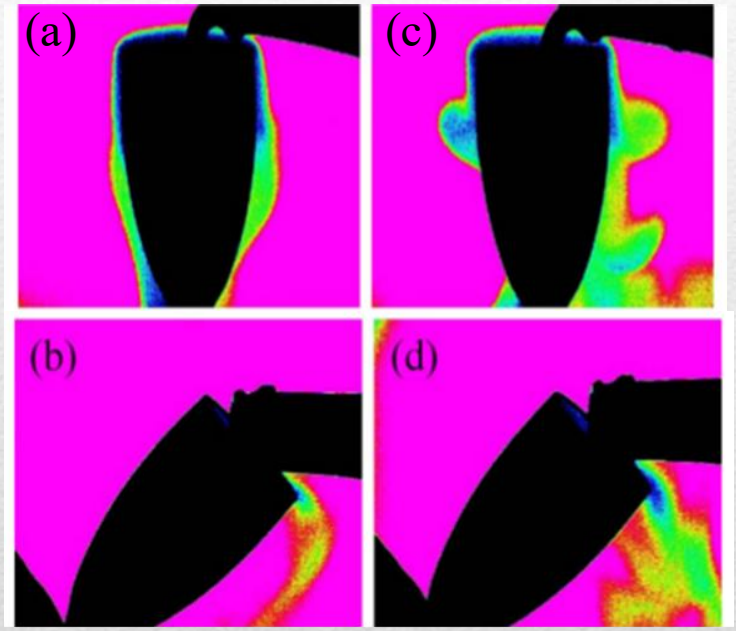
Modalità di mescita e impatto della temperatura

- **Servizio standard:**

cade verticalmente, colpisce il fondo della flûte e questo provoca la formazione di schiuma che in seguito collassa.

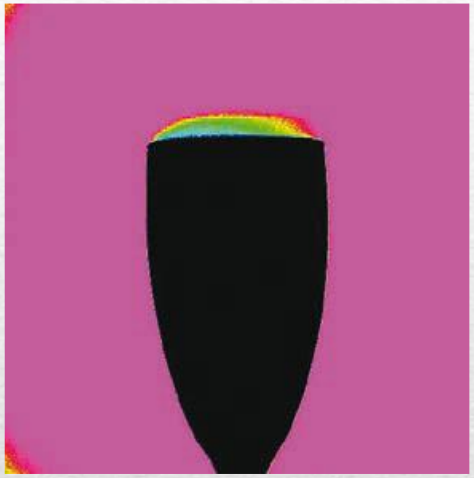
- **Servizio standard tipo birra:**

lo champagne viene fatto scorrere lungo la flûte inclinata, questo metodo non crea eccessiva turbolenza e solitamente si forma poca schiuma.



In figura si nota l'efflusso di CO_2 durante la mescita, (a) e (b) per una bottiglia conservata a 4°C, (c) e (d) invece per una bottiglia conservata a 18°C

Flûte o coppa?





Durante le misurazioni i classici bicchieri flûte e coppa si sono rivelati non ideali:

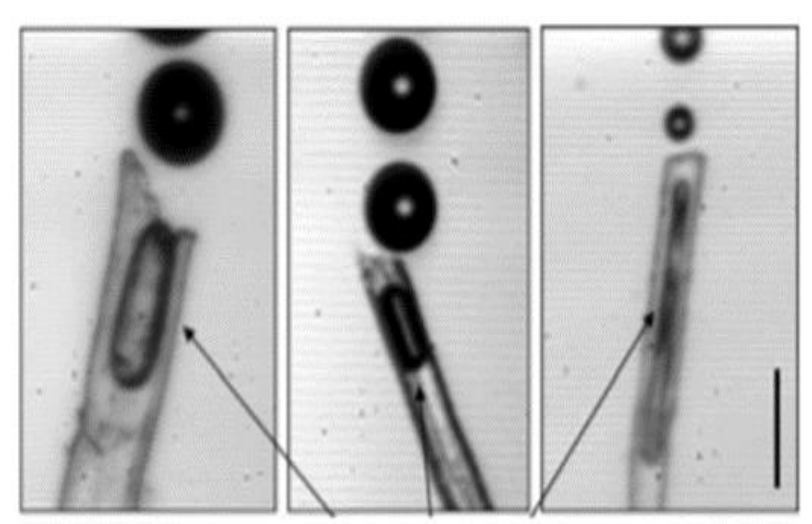
la flûte canalizza aromi e CO_2 del 20% in più rispetto alla coppa che li diluisce, ma la CO_2 può essere irritante per le mucose olfattive.



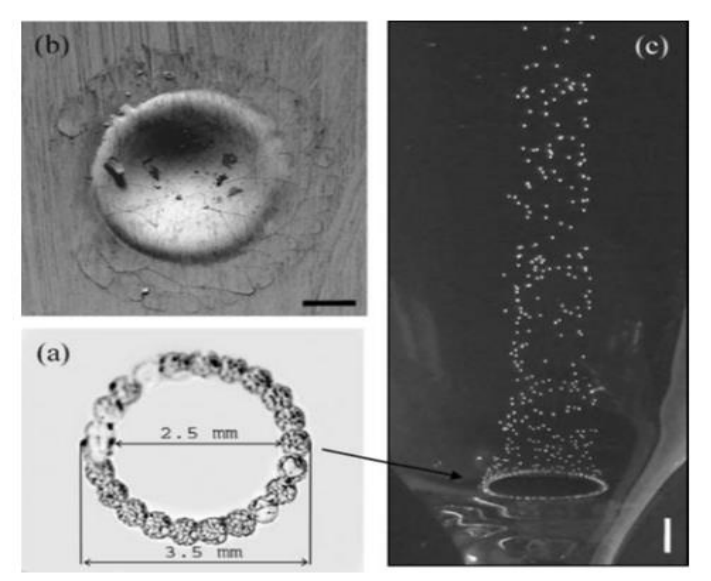
Un bicchiere a forma di tulipano (un po' più corto di una flûte tradizionale e curvo leggermente verso l'alto) è il miglior compromesso per non avere un flusso eccessivo di CO_2 da un lato ma abbastanza flusso di aromi dall'altro.

Come si formano le bolle

Nucleazione naturale

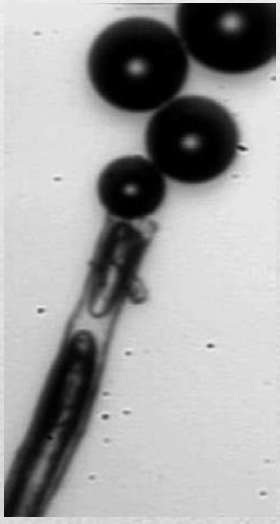


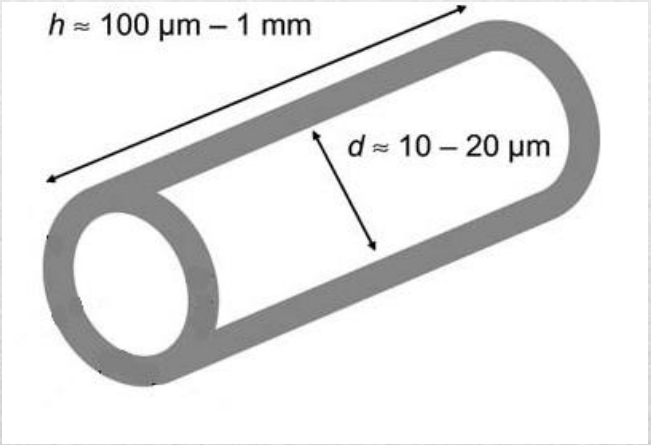
Nucleazione artificiale



Nucleazione naturale

L'effervescenza naturale deriva da un evento casuale: la presenza di **microscopiche fibre di cellulosa** che si depositano dall'aria o rimangono dopo aver asciugato il bicchiere con un panno e aderiscono sul vetro a causa di forze elettrostatiche.





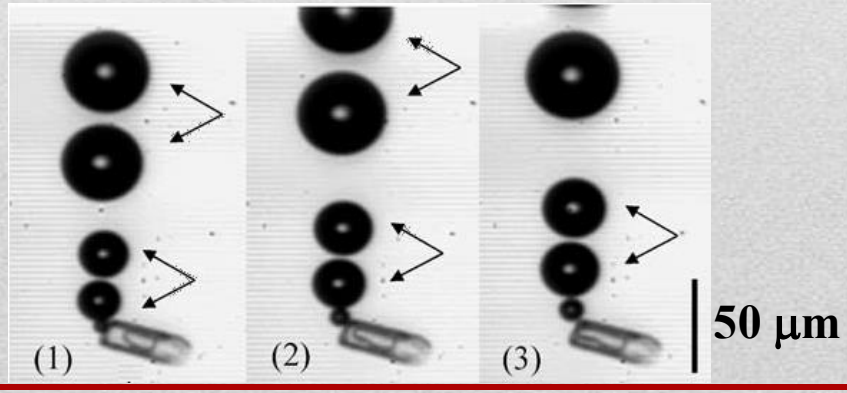
Nucleazione naturale

Ogni fibra, lunga circa **100 μm**, contiene **una sacca interna di aria che fa da sito di nucleazione per la formazione delle bollicine.**

Per aggregarsi, **la CO_2 deve farsi strada tra le molecole del liquido**; da sola non avrebbe abbastanza energia per riuscirci.

Le sacche di gas abbassano la barriera di energia per la formazione di bollicine (purché siano **al di sopra dei 2 μm di raggio**, perché al di sotto di queste dimensioni la pressione del gas nella sacca è troppo alta per permettere alla CO_2 di diffondersi al suo interno.)

In media da ogni fibra si staccano 30 bollicine al secondo.



Nucleazione artificiale

Le irregolarità sulla superficie del vetro non possono fare da siti di nucleazione: queste imperfezioni sono troppo piccole, a meno che non vengano praticati di proposito dei micrograffi.

Dato che la nucleazione naturale è casuale e non facilmente controllabile, **i vetrai incidono con laser sul fondo del bicchiere siti artificiali di nucleazione che racchiudono sacche di aria**.



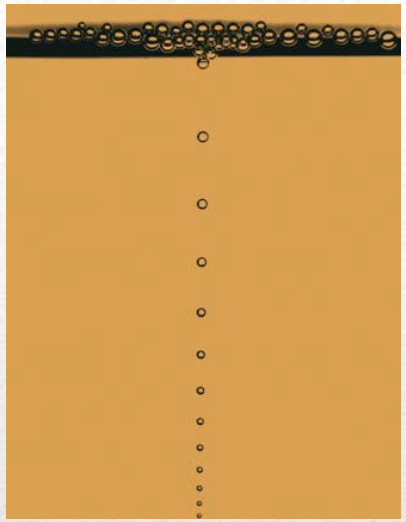


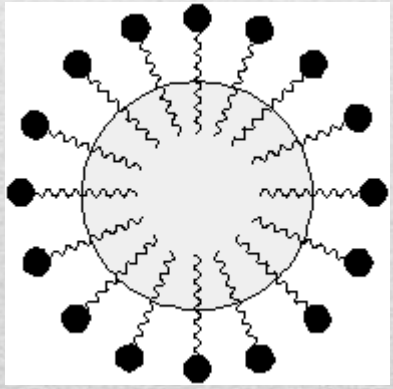
Dimensione delle bolle

Le bollicine fuoriuscite dalla fibra assorbono al loro interno ulteriore CO_2 (e aromi) durante la salita, il che aumenta la loro galleggiabilità e incrementa la velocità di ascesa.

Di solito arrivano a un massimo di 1 mm di diametro nel corso del viaggio lungo la flûte, che dura da 1 a 5 secondi.

La traiettoria in fila indiana è stabilizzata dalle molecole tensioattive contenute nel vino (spesso responsabili del profumo).

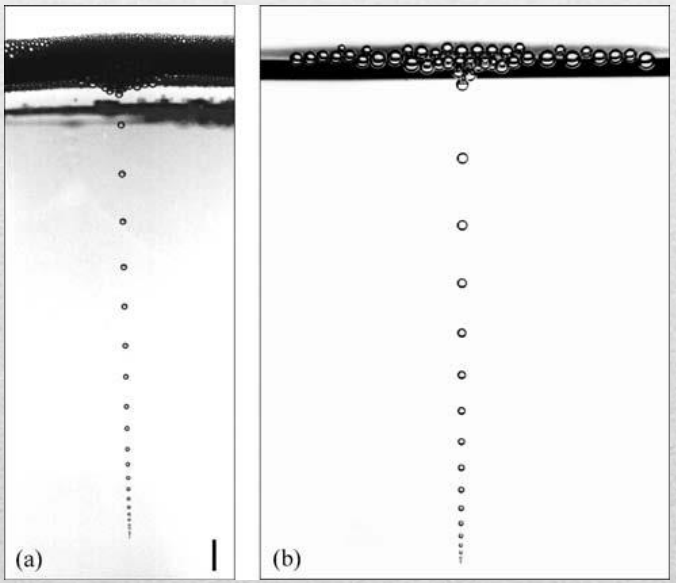




Dimensione delle bolle

Lo spumante è un liquido relativamente povero di proteine, quindi ci sono **meno sostanze tensioattive** che aderiscono alle bollicine, rallentandole. Inoltre è **più ricco di CO_2** e **le bolle raggiungono dimensioni maggiori** perché salgono più velocemente**.**

La birra contiene molte proteine, che ricoprono l'esterno della bollicina durante l'ascesa. Poiché la birra è meno ricca di CO_2 **le sue bollicine crescono più lentamente, permettendo alle proteine di rivestirle completamente.**



barra = 1 mm

birra **spumante**

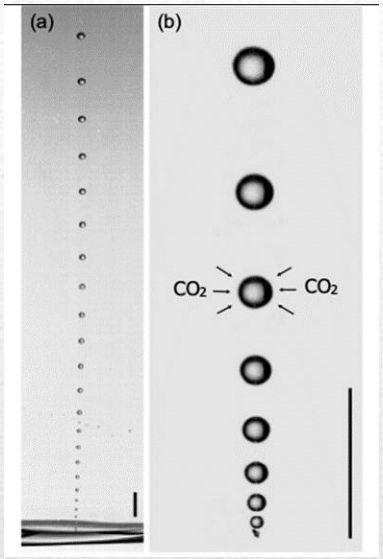
Effetto del lavaggio

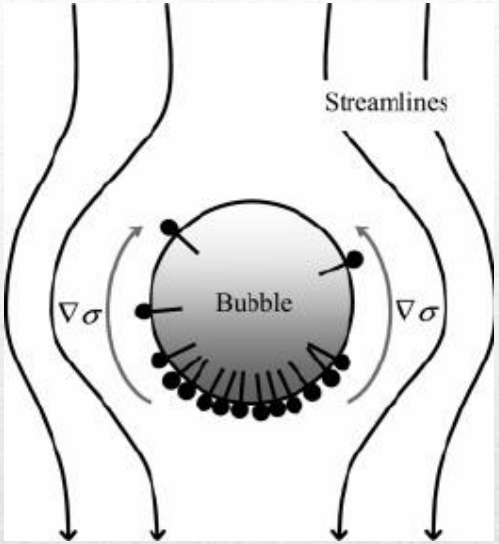
Se il bicchiere è stato lavato accuratamente non c'è effervescenza.



Se il bicchiere è «sporco», appaiono molti treni di bolle che portano l'aroma al naso.

Crescita e risalita delle bolle



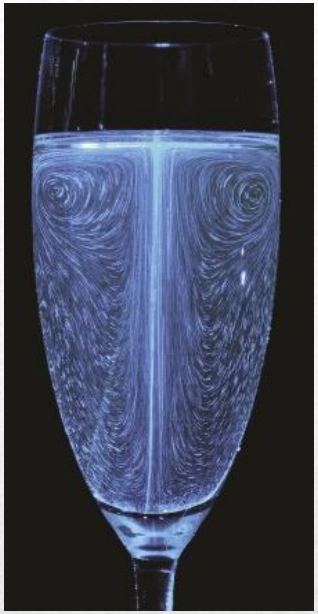


Più è lunga la distanza percorsa, più grande sarà la bollicina.

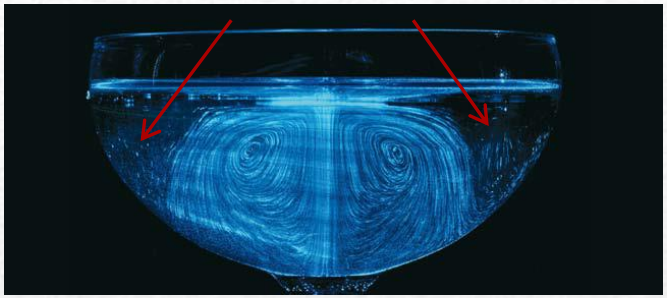
La dimensione della bollicina varia a seconda del tipo di bicchiere utilizzato.

In una flûte il livello di vino spumante è tre volte maggiore rispetto ad una coppa; ciò implica che le bollicine che si sviluppano in una flûte sono fino a tre volte più grandi rispetto a quelle che si sviluppano in una coppa.

Flussi delle bolle



“zone morte”



Le bollicine e il liquido nelle loro vicinanze formano flussi che salgono verticalmente. Dato che il bicchiere è un recipiente di dimensioni limitate, questo flusso ascendente induce inevitabilmente **anche un flusso rotazionale**.

Nella coppa si vedono “zone morte” in cui il liquido non si muove.

Flussi delle bolle

- **La flute rimescola omogeneamente l'intero volume del liquido, mentre nella coppa la regione di flusso rotatorio non occupa tutto il volume del bicchiere.**

- **La formazione desiderata del colletto di spuma lungo la parete del bicchiere è minore nella coppa.**

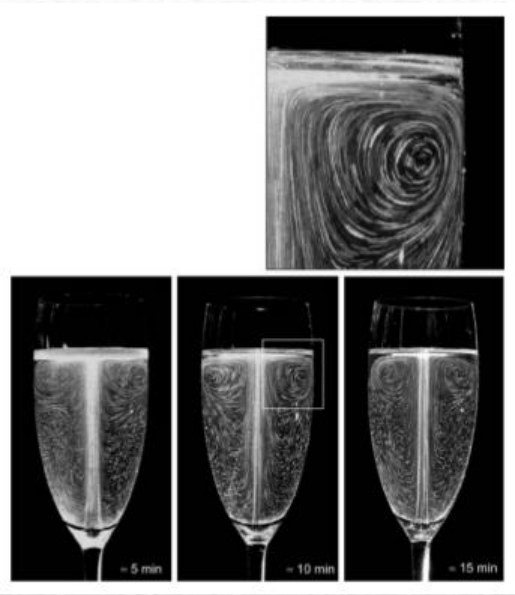
- **Le goccioline provenienti dalle bolle che esplodono in superficie (effervescenza) contengono in genere concentrazioni molto più elevate di composti aromatici volatili rispetto al liquido.**

- **Ciò è in buona parte dovuto al fatto che durante la loro ascesa le bollicine attraggono sostanze tensioattive responsabili dell'aroma.**

Flussi delle bolle



Nucleazione naturale

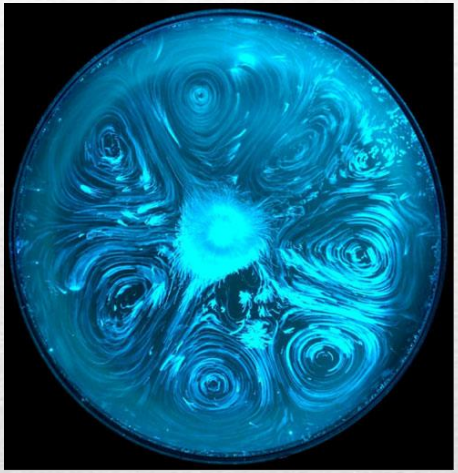


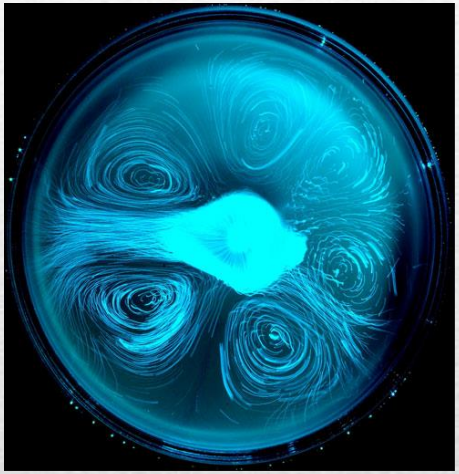
Nucleazione artificiale

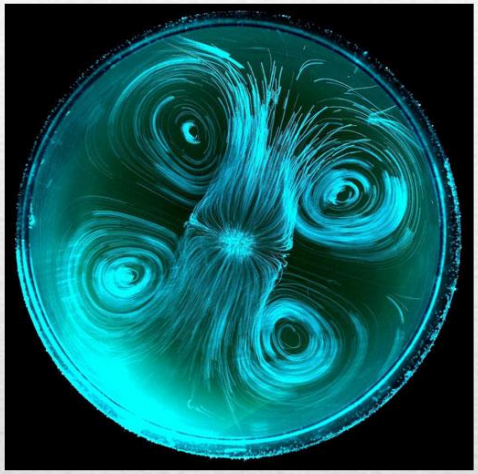
Nel caso della flûte incisa, l'intero corpo del liquido è mescolato omogeneamente con la formazione di vortici regolari e stabili a velocità sostenuta.

Si può osservare chiaramente la formazione della colonna di ascesa delle bollicine in posizione centrale.

Flussi delle bolle







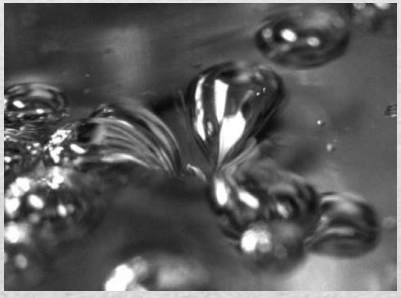
Come scoppia una bolla

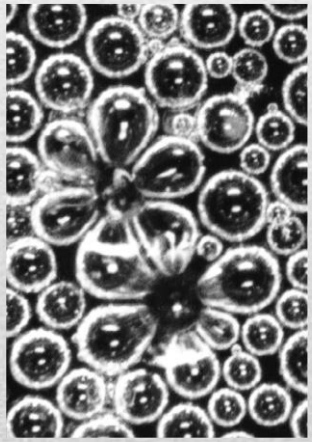
Sulla superficie **ogni bolla ne ha sei vicine**, in un unico strato:



La maggior parte della bolla si trova sotto la superficie come un iceberg. Il fluido comincia ad allontanarsi dalla sommità e dopo circa 10-100 μs **la bolla collassa deformando le bolle vicine**:

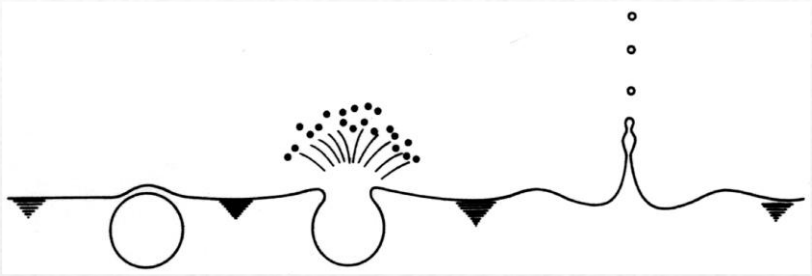




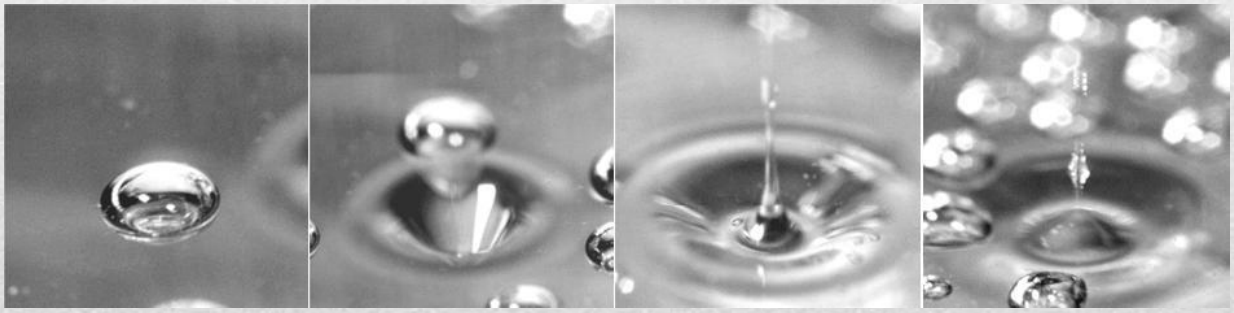


L'esplosione non induce una reazione a catena delle bolle vicine

Le pareti della bolla esplosa sono spinte verso l'alto e formano un getto di liquido a una velocità di qualche metro al secondo.

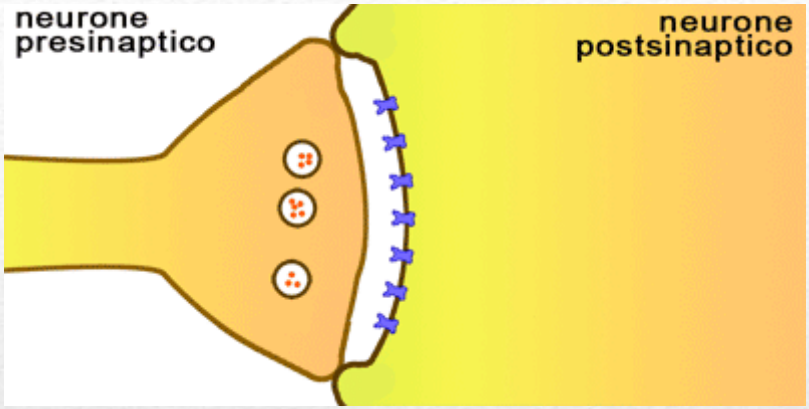


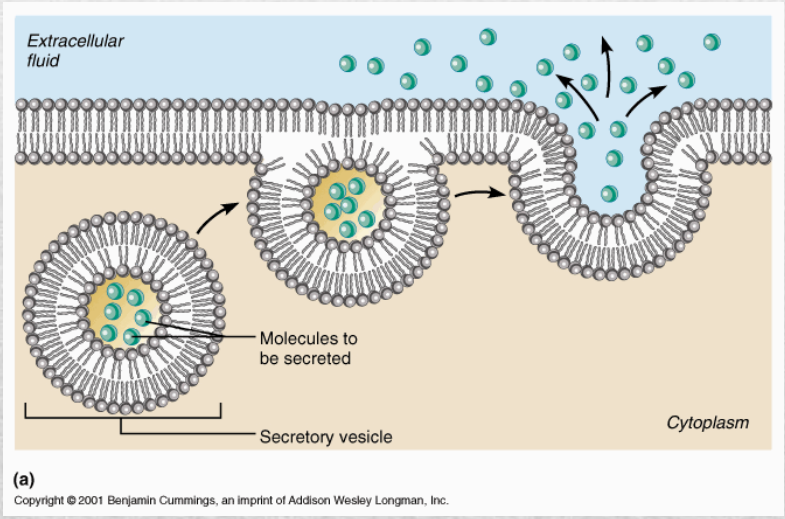
Il getto **si separa in alcune gocce** di diametro di ca. 100 μm.



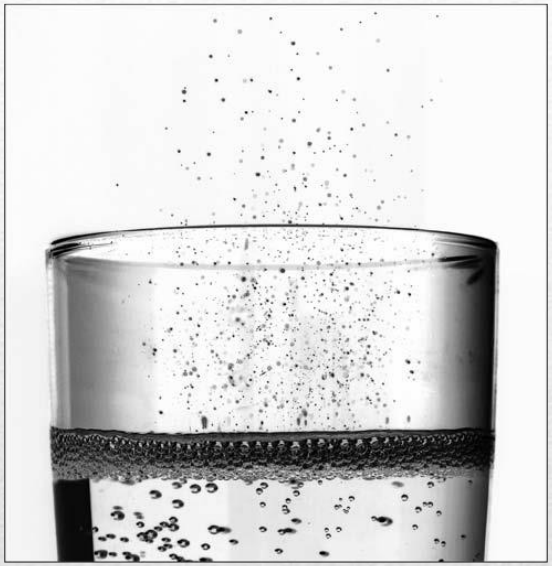


Rilascio di neurotrasmettitori nelle vescicole sinaptiche





Lo scoppio di centinaia di migliaia di bolle forma sopra la superficie un aerosol aromatico responsabile della liberazione degli aromi.



La flûte incisa permette un rimescolamento più vigoroso e quindi si ottiene **un rilascio maggiore di CO_2 e composti ricchi di aroma**.

Questo **non è necessariamente positivo**, perché **una quantità eccessiva di CO_2 è irritante** e modifica la valutazione dell'aroma.

Questo aerosol svolge un ruolo fondamentale nella diffusione aroma migliorando drasticamente il trasferimento di liquido e dei suoi aromi nell'aria circostante.

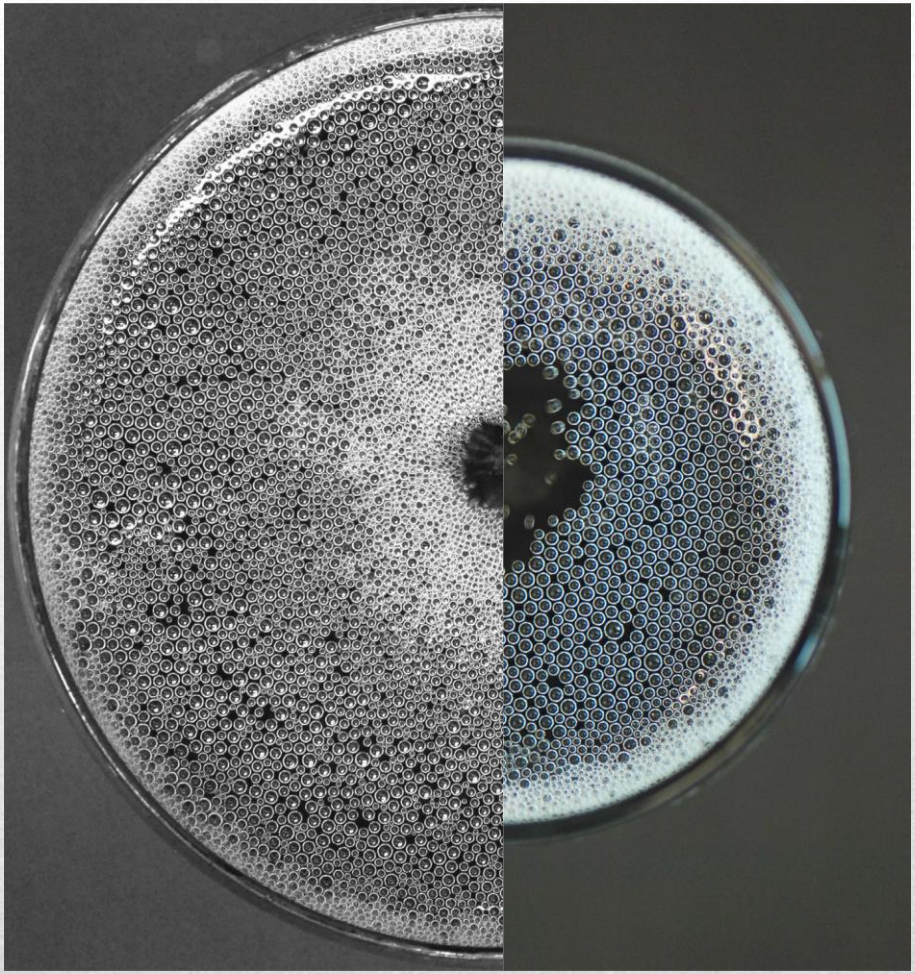
Le migliori condizioni per lo scoppio bolla che ottimizzano l'evaporazione dell'aerosol sono:

- **bolle grandi e liquidi debolmente viscosi**
- **una bolla grande di raggio (~ 1.8 mm) rende il trasferimento di liquido nell'aerosol più efficiente.**

Questo risultato è notevole in quanto mina la credenza popolare che più piccole sono le bolle, migliore è lo spumante.

Bolle piccole sono peggiori in termini di rilascio di aroma.

Dimensioni delle bolle



Le dimensioni delle bolle sulla superficie sono maggiori nella flûte rispetto alla coppa (una volta e mezza il diametro, 3 volte il volume)

Le lacrime

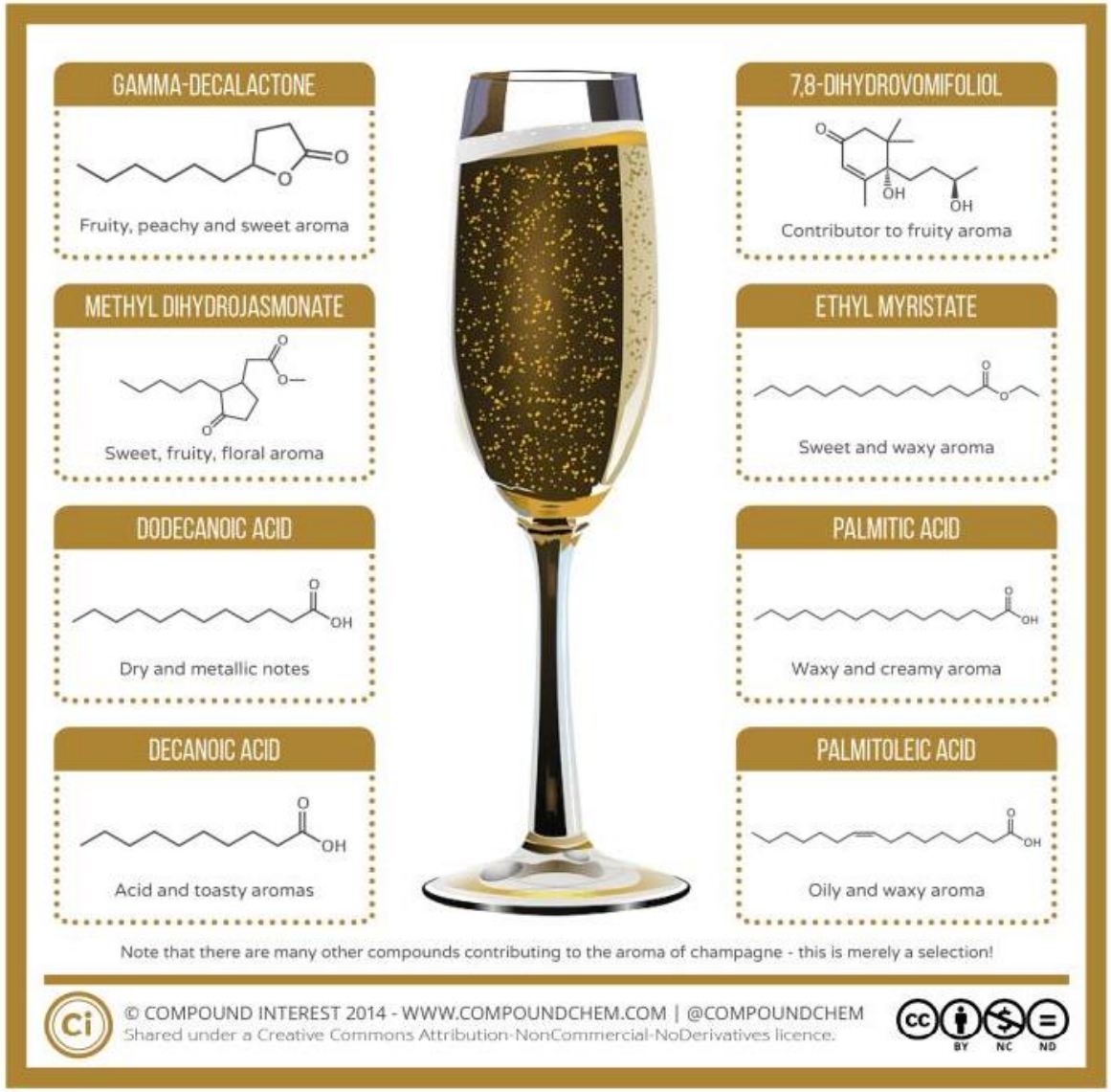
Effetto Marangoni, decisamente visibile ad occhio nudo, comunemente conosciuto come "lacrime" di vino, è correlato alla formazione e scorrimento di gocce di vino nella parete interna del bicchiere



L'etanolo, molto più volatile dell'acqua, evapora dalla superficie del bicchiere lungo le pareti.

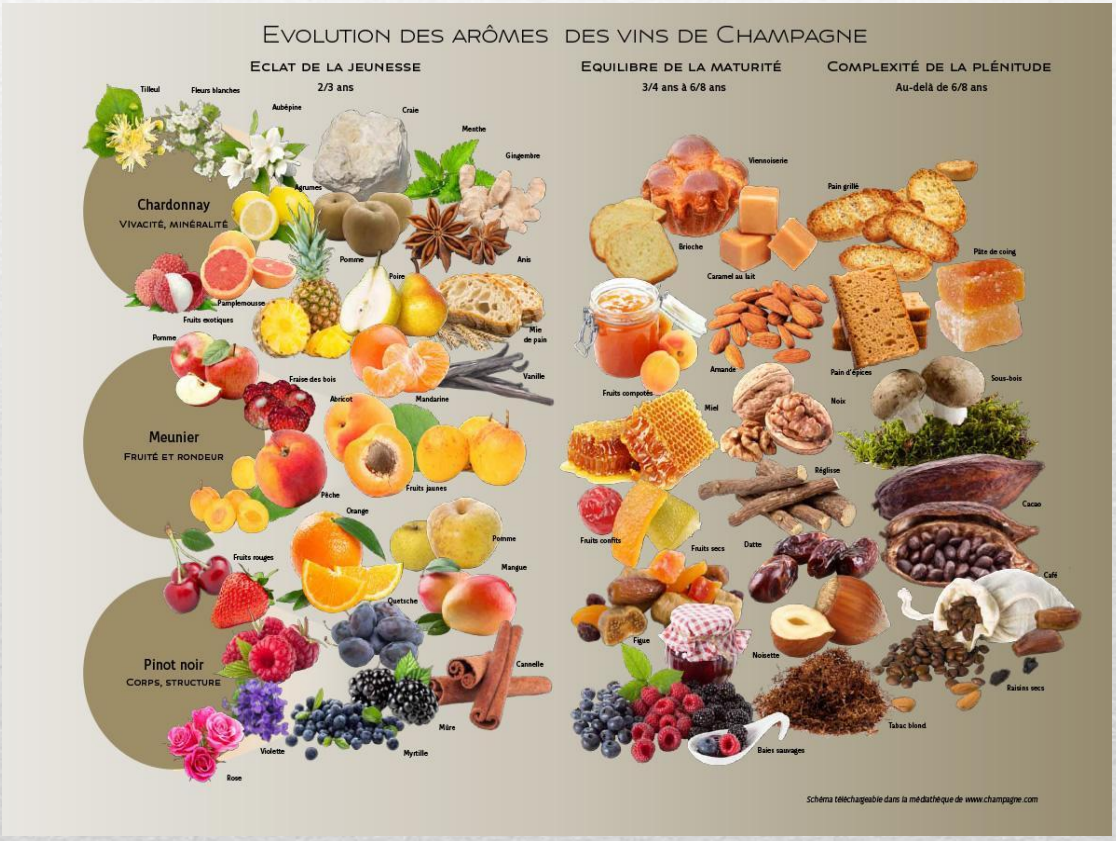
I vapori di alcol condensano, il film che si forma si ferma ad una certa altezza e si accumula sotto forma di gocce che scivolano verso il vino per azione della forza di gravità.

Gli aromi


GAMMA-DECALACTONE
Fruity, peachy and sweet aroma
METHYL DIHYDROJASMONATE
Sweet, fruity, floral aroma
DODECANOIC ACID
Dry and metallic notes
DECANOIC ACID
Acid and toasty aromas
7,8-DIHYDROVOMIFOLIOL
Contributor to fruity aroma
ETHYL MYRISTATE
Sweet and waxy aroma
PALMITIC ACID
Waxy and creamy aroma
PALMITOLEIC ACID
Oily and waxy aroma
Note that there are many other compounds contributing to the aroma of champagne - this is merely a selection!
© COMPOUND INTEREST 2014 - WWW.COMPOUNDCHEM.COM | @COMPOUNDCHEM
Shared under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives licence.

L'evoluzione degli aromi

- **Aromi primari** o pre-fermentativi: si riscontrano in prodotti giovani.
- **Aromi secondari**: derivano dalla prima e dalla seconda fermentazione.
- **Aromi terziari**: dalla maturazione del vino e dall'autolisi dei lieviti.



Conclusioni

- **Come si formano le bolle?**
- **L'effervescenza naturale si osserva in bicchieri che non sono stati sottoposti a trattamenti di superficie a causa della presenza di fibre cave di cellulosa che contengono microscopiche sacche d'aria intrappolate all'interno.**

- **Le bolle di piccole dimensioni (fine pérlage) sono indicative di un vino di qualità superiore?**
- **No, le bollicine piccole indicano un basso contenuto di CO_2 e sono peggiori in termini di trasporto e rilascio di sostanze aromatiche.**

- **Per degustare al meglio un buon vino spumante è meglio la coppa o la flûte?**
- **Nessuno delle due perché la flûte potrebbe irritare per un eccesso di CO_2 mentre la coppa non consente il mescolamento ottimale ed il rilascio degli aromi. È consigliabile la forma a tulipano.**

Per gustare al meglio lo spumante

- **Raffreddare il vino alla temperatura ideale di servizio di 8-10 ° C**
- **Versare con cautela sul lato del bicchiere inclinato**
- **Un bicchiere a forma di tulipano dà l'equilibrio ideale tra i profumi e CO_2 non troppo pungente**
- **Non pulire troppo il bicchiere o non sarà possibile ottenere bolle sufficienti che aiutano a rilasciare gli aromi**
- **Non c'è bisogno di agitare il bicchiere (come si farebbe con vini fermi) le bolle automaticamente mescolano il liquido e aiutano gli aromi ad uscire attraverso la superficie**
- **Annusare profondamente (ma non troppo) per godere dei profumi**
- **…e poi degustare!**



Grazie per l’attenzione