

Inflorescences et fleurs de vigne

Morphologie et anatomie des premières étapes du développement

Alain Deloire¹ & Anne Pellegrino²

¹ Professeur de Viticulture, Université de Montpellier, Institut Agro Montpellier (retired since 2023)

² Associate Professor, UMR LEPSE, Université de Montpellier, INRAE, Institut Agro Montpellier, 34060 Montpellier, France

La récolte 2026 (ou plus généralement année N+1) s'est mise en place dès 2025 (ou plus généralement année N) par la différenciation des primordia d'inflorescences dans les bourgeons latents en formation sur les rameaux primaires en croissance (figures 1 & 2).

Cette différenciation (2025) est spatio-temporelle : la fertilité des bourgeons latents sur le sarment dépend donc de leur position, mais aussi des conditions climatiques et de la physiologie de la vigne durant la croissance du rameau primaire (futur sarment).

La récolte (2026), dépend donc de la fertilité des bourgeons laissés à la taille, mais également du développement des fleurs et des baies sur la période du débourrement (voire du pré-débourrement) jusqu'à la vendange (figure 3). Les conditions climatiques et la physiologie de la plante jouent là aussi un rôle majeur sur le succès du développement reproducteur.

Au cours de ces deux années successives d'élaboration des composantes du rendement, l'interaction cépage–environnement est omniprésente (en effet, on n'échappe pas à ces deux composantes pour raisonner et comprendre !).

Mais alors comment se fait la différenciation des fleurs de l'année N à l'année N+1 ?

Architecture et structure des inflorescences et des fleurs

Les ramifications sur les inflorescences ou grappes sont décrites en *trichasium* (Pratt, 1971). Ce terme correspond à un type de ramification appartenant à la catégorie plus large des **cymes** (figure 4).

Dans un *trichasium* :

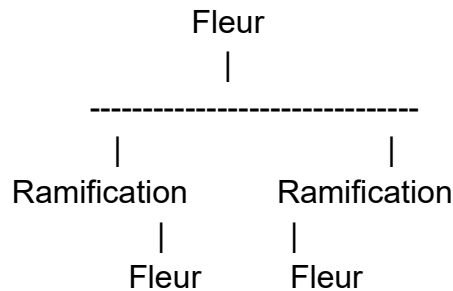
- l'axe principal se termine par une fleur ;
- puis deux ramifications latérales se développent en dessous ;
- chacune de ces ramifications peut à son tour se terminer par une fleur et produire deux nouvelles ramifications latérales.

La structure se ramifie donc de façon répétée en trois parties (« tri- » = trois). La « grappe de raisin » apparente n'est donc pas simplement un axe portant des fleurs, mais un système de ramifications hautement organisé.

Voici le principe de base :

Axe principal → fleur terminale + 2 ramifications latérales

Visualisation simplifiée :



Dans les études du développement de la vigne, ce concept est important car il permet d'expliquer :

- comment les primordia floraux sont organisés ;
- pourquoi les fleurs d'une même grappe peuvent se développer de manière asynchrone ;
- et comment l'architecture finale de la grappe se met en place.

Le terme était couramment utilisé dans les études classiques de morphologie botanique portant sur l'ontogénie des inflorescences de la vigne.

La structure de chaque fleur est pentamère, ce qui introduit à un niveau supplémentaire d'organisation (figure 5). Elle comprend en effet :

- 5 sépales avortés
- 5 pétales soudés formant un capuchon dont la déhiscence se fait à la base
- 5 étamines portant les anthères contenant le pollen
- Un ovaire (composé de 2 carpelles contenant chacun 2 ovules)

Formation des fleurs année N

Le début du développement des premières fleurs se produit dans les 10 à 15 jours suivant l'apparition du primordium d'inflorescence. Sur chaque primordium, 5 à 6 primordia floraux se forment.

Pour Swanepoel et Archers (1988) aucune formation du calice n'a été observée dans l'inflorescence avant l'entrée du bourgeon en dormance hivernale (figure 2, a). Les bractées sous-tendant le primordium floral (figure 2, b) ont conduit à cette conclusion dans les études réalisées au microscope optique.

Les primordia floraux présentent toutefois différents stades de développement sur un même primordium de tige ; par exemple, la corolle (pétales) est déjà formée et les étamines initiées, alors que, dans le primordium floral adjacent, aucun signe de primordium de corolle n'est visible (figure 2, a). Il apparaît donc clairement que les fleurs d'une même inflorescence n'atteignent pas simultanément le même stade de développement.

L'initiation des sépales (calice) a commencé avant l'apparition du primordium d'inflorescence sur la tige après le débourrement. Un anneau continu de tissu (figure 2, c) se forme alors, recouvrant l'ensemble du primordium floral (lors de la fin de la différenciation d'une fleur, le calice est avorté, c'est-à-dire que les sépales ne se développent pas). Il constituait ainsi une coiffe incomplète au-dessus de la corolle et des étamines en cours d'initiation (figure 2, d).

Formation des fleurs année N+1

Le débourrement marque la reprise du développement et de la croissance des structures préformées dans le bourgeon latent, i.e. le rameau primaire et les inflorescences sur lesquelles se différencient les méristèmes floraux qui vont former les fleurs (figure 3).

Le rameau primaire se développe de façon linéaire en fonction du temps thermique en l'absence de contrainte environnementale importante (concept de phyllochrone, Pellegrino *et al.*, 2020). Le développement des inflorescences est en revanche particulièrement sensible aux contraintes physiologiques et climatiques (Levin *et al.*, 2020), notamment durant les toutes premières semaines suivant le débourrement, qui s'avèrent cruciales.

Les principaux facteurs susceptibles d'affecter négativement la différenciation de ces organes floraux sont :

- la teneur en eau du sol (sécheresse)
- les basses températures (air et sol)
- les carences en glucides (faibles réserves en sucres)
- les carences en azote et en éléments minéraux (dans le sol et/ou les réserves de la vigne)
- les maladies (p. ex. virus)
- les déséquilibres hormonaux (sujet complexe)

Finalement, rien n'est joué avant l'entrée du raisin en cave (du reste, c'est la meilleure période pour évaluer le rendement réel !).

Pour en savoir plus (toutes les références ne sont pas indiquées dans le texte) :

- Candolfi-Vasconcelos MC. and Koblet W., 1990. Yield, fruit quality, bud fertility and starch reserves of the wood as a function of leaf removal in *Vitis vinifera* - Evidence of compensation and stress recovering. *Vitis*, 29, 199-221.

- Carbonneau A., Torregrosa L., Deloire A., Pellegrino A., Pantin F., Romieu C., Ojeda H., Jaillard B., Métay A., Abbal P., (2020). *Traité de la Vigne, Physiologie-Terroir-Culture*, Dunod Editeur, Paris, France, ISBN 978-2-10-079857-5, 689 p.
- Carolus M., 1971. Description des stades du développement des primordia inflorescentiels durant l'organogenèse des bourgeons latents de la Vigne (*Vitis vinifera* L. var. Merlot). *Conn. Vigne Vin.*, 2, 163-173.
- Champagnol F., 1984. *Éléments de physiologie de la vigne et de viticulture générale*. Imp. Dehan, Montpellier.
- Cheema S.S., Torregrosa L., Domergue P., Carbonneau A., 1996. Etude comparée de la différenciation des inflorescences primordiales de *Vitis vinifera* cv Syrah in situ et en serre, *Progrès Agricole et Viticole*, 113, N°12.
- Deloire A., Muller B., Berlioz G., Panigai L., 1995. Influence de la lumière sur la floraison des cepages Chardonnay et Pinot noir en Champagne: relation avec la coulure, *le Progrès Agricole et Viticole*, 112.
- Diverres G., Keller M., Moyer M.M., 2026. Causes and Mitigation of Poor Fruit Set in Grapes, pubs.nmsu.edu • Cooperative Extension Service • Guide H-188.
- Dunn GM. and Martin SR., 2007. A functional association in *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet-Sauvignon between the extent of primary branching and the number of flowers formed per inflorescence. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 13, 95-100. doi:10.1111/j.1755-0238.2007.tb00239.x
- Fournioux J.C. et Adrian M., 2011. *Morphologie et anatomie de la vigne*, Editions Féret – Bordeaux, ISBN : 978-2-35156-083-9.
- Guilpart N., Metay A. and Gary C., 2014. Grapevine bud fertility and number of berries per bunch are determined by water and nitrogen stress around flowering in the previous year. *European Journal of Agronomy*, 54, 9-20. doi:10.1016/j.eja.2013.11.002
- Lebon, E., Pellegrino, A., Tardieu, F., and Lecoœur, J., 2004. Shoot development in grapevine (*Vitis vinifera* L.) is affected by the modular branching pattern of the stem and intra- and inter-shoot trophic competition. *Ann. Bot.*93, 263–274. <https://doi.org/10.1093/aob/mch038>
- Levin A.D., Deloire A., Gambetta G.A., 2020. Does water deficit negatively impact wine grape yield over the long term?, *IVES Technical Reviews*, <https://ives-technicalreviews.eu/article/view/4029>
- Li-Mallet A., Rabot A. and Geny L., 2016. Factors controlling inflorescence primordia formation of grapevine: their role in latent bud fruitfulness? A review. *Botany*, 94, 147-163. doi:10.1139/cjb-2015-0108
- May P., 1965. Reducing inflorescence formation by shading individual Sultana buds. *Australian Journal of Biological Sciences*, 18, 463-474. doi:10.1071/BI9650463
- May P. and Antcliff A., 1973. The fruitfulness of grape buds: I. Measuring bud fruitfulness on forced single node cuttings. *Annales de l'amélioration des plantes* , 23, 1-12.

- May P. and Cellier K., 1973. Fruitfulness of grape buds. II. The variability in bud fruitfulness in ten cultivars over four seasons. *Annales de l'Amélioration des Plantes*, 23, 13-26.
- Pellegrino A., Rogiers S., Deloire A., 2020. Dormance des bourgeons latents de la vigne et développement des rameaux, IVES Technical Reviews, <https://ives-technicalreviews.eu/article/view/3420>
- Petit Précis de Viticulture, 2023. Ouvrage collectif, direction Jean Luc Berger. Tomes 1 & 2. Editions France Agricole, ISBN 978-2-85557-836-1(Tome 1, 345 p.; Tome 2, 277p.)
- Petrie, P.R. and Clingeleffer, P.R., 2005. Effects of temperature and light (before and after budburst) on inflorescence morphology and flower number of Chardonnay grapevines (*Vitis vinifera* L.). *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 11, 59–65.
- Pratt C., 1971. Reproductive anatomy of cultivated grapes - a review. *Amer. J. Enol. Viticult.* 22 , 92-109.
- Srinivasan, C. and Mullins, M. G., 1976. Reproductive anatomy of the grapevine (*Vitis vinifera* L.): Origin and development of the anlagen and its derivatives. *Ann. Bot. (London)* 38, 1079-1084.
- Srinivasan C. and Mullins M.G., 1980. Effects of temperature and growth-regulators on formation of anlagen, tendrils and inflorescences in *Vitis vinifera* L. *Annals of Botany*, 45, 439-446, doi:10.1093/oxfordjournals.aob.a085842
- Srinivasan C. and Mullins MG., 1981. Physiology of flowering in the grapevine - A review. *American Journal of Enology and Viticulture*, 32, 47-63.
- Swanepoel J.J. and Archer E., 1988. The ontogeny and development of *Vitis vinifera* L. cv. Chenin blanc inflorescence in relation to phenological stages, *Vitis*, 133-141.
- Torregrosa L., Carbonneau A., Kelner J.J. (2021). The shoot system architecture of *Vitis vinifera* ssp. *Sativa*, *Scientia Horticulturae* 288, <https://lnkd.in/dJpfcnGF>
- Vasconcelos MC., Greven M., Winefield CS., Trought MCT. and Raw V., 2009. The flowering process of *Vitis vinifera*: a review. *American Journal of Enology and Viticulture*, 60, 411-434.
- Watt A., Dunn G., May P., Crawford S. and Barlow E., 2008. Development of inflorescence primordia in *Vitis vinifera* L. cv. Chardonnay from hot and cool climates. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 14, 46-53. doi:10.1111/j.1755-0238.2008.00006.x
- Zufferey V., Gindro K., Verdenal T., Murisier F., Viret O., 2022. La vigne : Anatomie et Physiologie, Vol 4, Editions AMTRA, Lausanne, Suisse, ISBN 978-3-85928-112-7

English version

Grapevine Inflorescences and Flowers

Morphology and Anatomy of the Early Stages of Development

Alain Deloire¹ & Anne Pellegrino²

¹ Professor of Viticulture, University of Montpellier, Institut Agro Montpellier (retired since 2023)

² UMR LEPSE, University of Montpellier, INRAE, Institut Agro Montpellier, 34060 Montpellier, France

The 2026 harvest (or more generally year N+1) began to take shape as early as 2025 (or more generally year N) through the differentiation of inflorescence primordia within the latent buds forming on the growing primary shoots (Figures 1 & 2).

This differentiation (2025) is both spatial and temporal: the fertility of latent buds on the cane therefore depends on their position, but also on climatic conditions and vine physiology during the growth of the primary shoot (future cane).

The harvest (2026) therefore depends on the fertility of the buds retained during pruning, but also on the development of flowers and berries from budburst (or even pre-budburst) through to harvest (Figure 3). Climatic conditions and plant physiology also play a major role in the success of reproductive development.

During these two successive years of yield component formation, the interaction between cultivar and environment is ever-present (indeed, these two components are unavoidable when reasoning and understanding vine development!).

But how exactly does flower differentiation occur from year N to year N+1?

Architecture and Structure of Inflorescences and Flowers

The branching pattern of inflorescences or clusters is described as a trichasium (Pratt, 1971). This term refers to a type of branching belonging to the broader category of cymes (Figure 4).

In a trichasium:

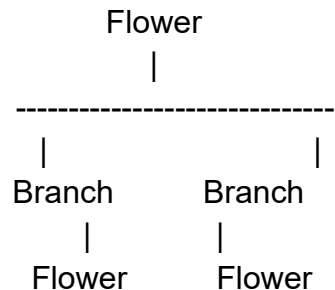
- the main axis ends in a flower;
- then two lateral branches develop below it;
- each of these branches may in turn end in a flower and produce two new lateral branches.

The structure therefore branches repeatedly into three parts (“tri-” = three). The visible “grape cluster” is therefore not simply an axis bearing flowers, but a highly organized branching system.

Here is the basic principle:

“Main axis” → “terminal flower” + 2 “lateral branches”

Simplified visualization



In grapevine developmental studies, this concept is important because it explains:

- how floral primordia are organized;
- why flowers within the same cluster may develop asynchronously;
- and how the final cluster architecture is established.

The term was commonly used in classical botanical morphology studies dealing with the ontogeny of grapevine inflorescences.

The structure of each flower is pentamerous, introducing an additional level of organization (Figure 5). Each flower includes:

- 5 aborted sepals
- 5 fused petals forming a cap whose dehiscence occurs at the base
- 5 stamens bearing anthers containing pollen
- One ovary (composed of 2 carpels each containing 2 ovules)

Flower Formation in Year N

The initial development of the first flowers occurs within 10 to 15 days after the appearance of the inflorescence primordium. On each primordium, 5 to 6 floral primordia are formed.

According to Swanepoel and Archer (1988), no calyx formation was observed in the inflorescence before the bud entered winter dormancy (Figure 2a). The bracts subtending the floral primordium (Figure 2b) led to this conclusion in studies carried out using light microscopy.

However, floral primordia display different developmental stages within the same stem primordium. For example, the corolla (petals) may already be formed and stamens initiated, while in the adjacent floral primordium no sign of corolla

primordium is visible (Figure 2a). It therefore clearly appears that flowers within the same inflorescence do not simultaneously reach the same stage of development.

Sepal (calyx) initiation had already begun before the appearance of the inflorescence primordium on the shoot after budburst. A continuous ring of tissue (Figure 2c) then forms, covering the entire floral primordium (at the end of flower differentiation, the calyx becomes aborted, meaning that the sepals do not develop). It thus constituted an incomplete cap above the corolla and stamens undergoing initiation (Figure 2d).

Flower Formation in Year N+1

Budburst marks the resumption of development and growth of the preformed structures within the latent bud, i.e. the primary shoot and the inflorescences on which the floral meristems differentiate and form the flowers (Figure 3).

The primary shoot develops linearly as a function of thermal time in the absence of major environmental constraints (the phyllochron concept; Pellegrino et al., 2020). In contrast, inflorescence development is particularly sensitive to physiological and climatic constraints (Levin et al., 2020), especially during the very first weeks following budburst, which prove to be crucial.

The main factors likely to negatively affect the differentiation of these floral organs are:

- soil water content (drought)
- low temperatures (air and soil)
- carbohydrate deficiencies (low sugar reserves)
- nitrogen and mineral deficiencies (in the soil and/or vine reserves)
- diseases (e.g. viruses)
- hormonal imbalances (a complex topic)

Ultimately, nothing is definitively determined before the grapes enter the winery (which, incidentally, is the best period for assessing actual yield!).

To learn more (see the references above)

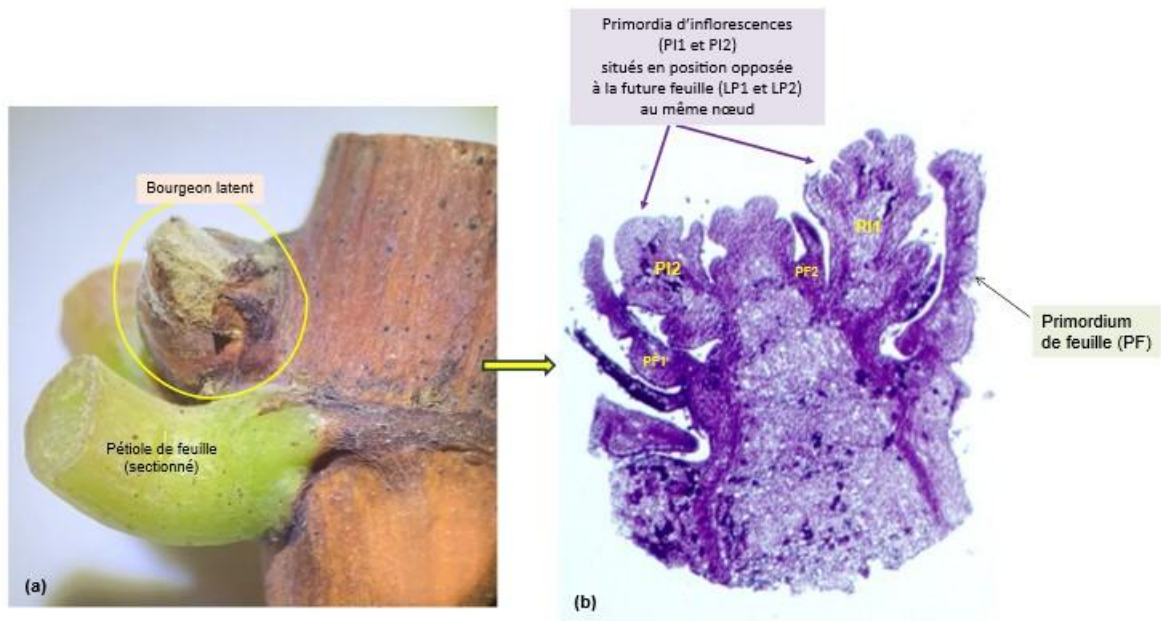


Figure 1 : (a) Morphologie d'un bourgeon latent de vigne.
(b) Section longitudinale d'un bourgeon latent de vigne.

Figure 1:

- (a) Morphology of a grapevine latent bud.
- (b) Longitudinal section of a grapevine latent bud.

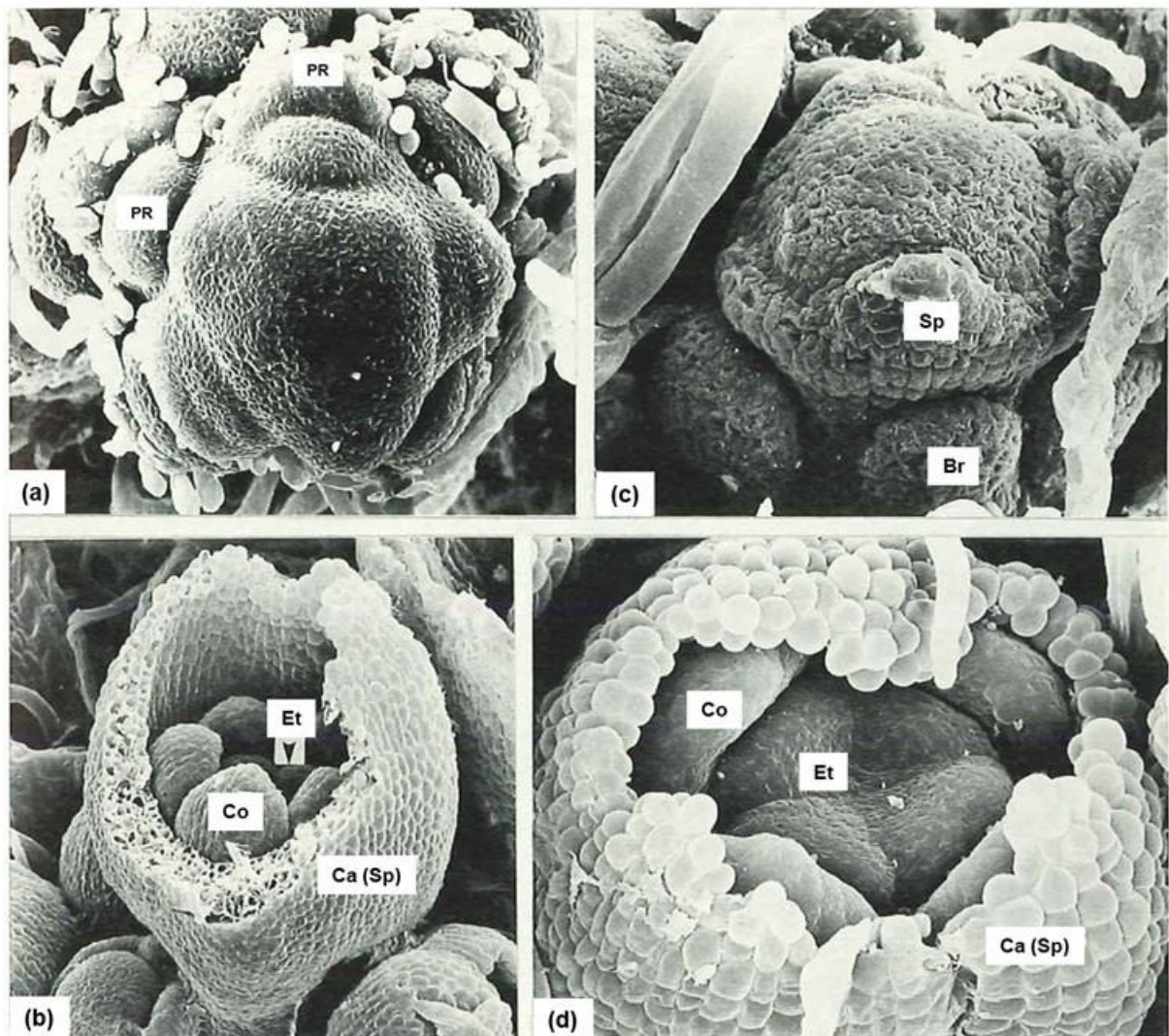


Figure 2 : Début de formation des fleurs dans les bourgeons latents (d'après Swanepoel et Archers, 1988).

(a) : Primordium d'inflorescence avant l'entrée du bourgeon en dormance hivernale. Aucun primordium de calice n'est observé sur le primordium de rameau (PR).

(b) : Différents stades de développement des primordia floraux sur un même primordium de rameau. Co = corolle, Et = étamines, Sp = sépales.

(c) : Anneau continu de sépales (Sp) formé avant l'apparition de l'inflorescence sur la pousse. Br = bractée.

(d) : Coiffe incomplète du calice (Ca) formée au-dessus de la corolle (Co) et des étamines (Et) en cours d'initiation.

Figure 2: Early formation of flowers in latent buds (from Swanepoel and Archer, 1988).

(a): Inflorescence primordium before the bud enters winter dormancy. No calyx primordium is observed on the shoot primordium (PR).

(b): Different stages of development of floral primordia on the same shoot primordium. Co = corolla, Et = stamens, Sp = sepals.

(c): Continuous ring of sepals (Sp) formed before the appearance of the inflorescence on the shoot. Br = bract.

(d): Incomplete calyx cap (Ca) formed above the corolla (Co) and stamens (Et) undergoing initiation.



Figure 3 : Exemple d'un rameau primaire de vigne en début de croissance, après le débourrement du bourgeon latent, sur lequel sont visibles les **futures inflorescences** (flèches jaunes) ainsi que la différenciation des **premières fleurs**.

Figure 3: Example of a primary grapevine shoot at the beginning of growth, after budburst of the latent bud, showing the future inflorescences (yellow arrows) as well as the differentiation of the first flowers.

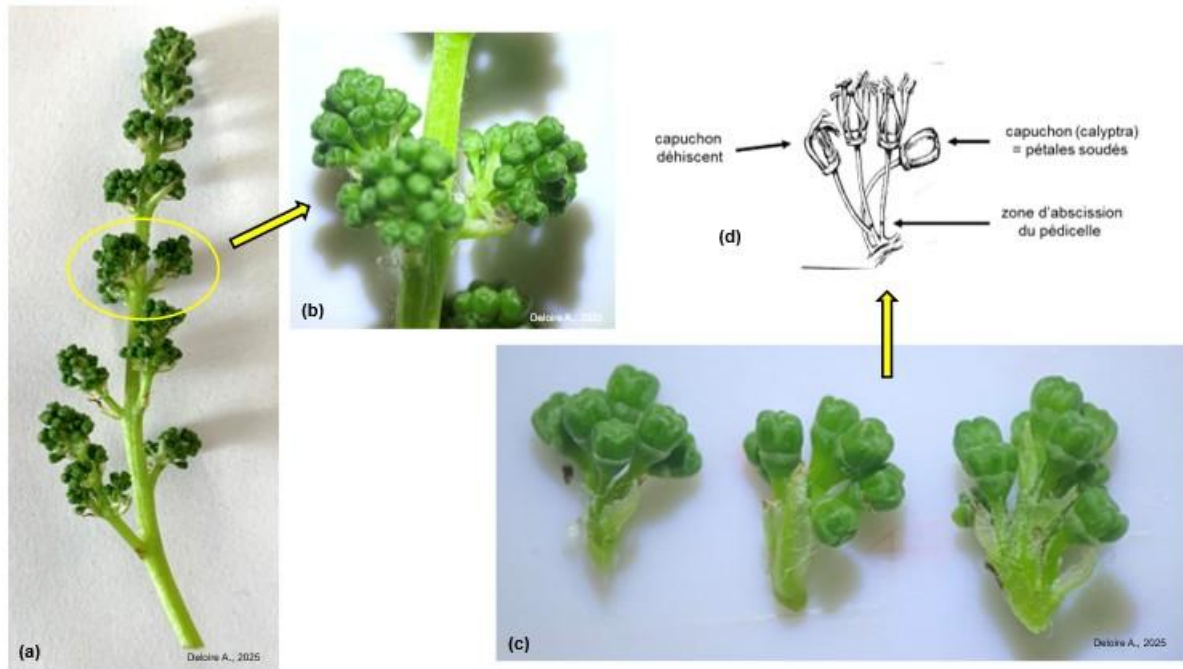


Figure 4 : Exemples de **cymes** en développement, constituées en moyenne de 5 à 8 fleurs de vigne. (a) & (b) : l'inflorescence porte les cymes ; (c) & (d) : morphologie des cymes de vigne : (c) fleurs en développement avec les capuchons soudés ; (d) morphologie d'une cyme développée à la floraison.

Figure 4: Examples of developing cymes, composed on average of 5 to 8 grapevine flowers. (a) & (b): the inflorescence bears the cymes; (c) & (d): morphology of grapevine cymes: (c) developing flowers with fused caps; (d) morphology of a fully developed cyme at flowering.



Figure 5 : Exemples de fleurs de vigne.

(a) Fleur dont le capuchon est déhiscent ; la fécondation se réalise souvent sous le capuchon.

(b) La fleur de vigne est pentamère.

Figure 5: Examples of grapevine flowers.

(a) Flower whose cap (calyptra) is opening; fertilization often takes place under the cap.

(b) The grapevine flower is pentamerous.