

# BASES BIOLOGICAS PARA LA PRODUCCION Y UTILIZACION DE BULBOS EN ORNAMENTALES

Marcel LE NARD <sup>1</sup>

**RESUMEN.** En horticultura, el término "bulbo" abarca a los órganos de reserva (geófito) muy diversos, como: bulbos, cormos, tubérculos, etc. Estos órganos se diferencian por la naturaleza de sus tejidos de reservas, su morfología y su anatomía; estas diferencias deben ser tomadas en cuenta en la realización de operaciones que van de la producción a la utilización de bulbos: recolección, condiciones de almacenamiento, plantación,...

Las plantas bulbosas presentan orígenes geográficos igualmente muy diversos y han desarrollado mecanismos (período de reposo) que les permitan sobrevivir a las condiciones climáticas desfavorables. Presentan desarrollo periódico que puede ser clasificado en dos grupos; las especies de floración primaveral que presenta un período de reposo en verano y que exigen la consecuente temperatura elevada-temperatura baja-temperatura elevada para realizar su ciclo, y las especies de floración en el verano, que presentan un período de reposo en invierno y exigen la consecuente temperatura baja-temperatura elevada-temperatura baja para realizar su ciclo.

Las plantas bulbosas manifiestan una gran diversidad en la época de su diferenciación floral después de las condiciones que permiten su floración, así como los otros procesos de crecimiento (enraizamiento, el alargamiento del escapo floral, bulbificación). Están fuertemente influenciadas por los factores externos: temperatura, luz, etileno,...

El conocimiento de las características de los bulbos, de su desarrollo periódico y de la influencia de factores del medio sobre su crecimiento y su desarrollo crean las bases biológicas de técnicas a considerar para su producción y su utilización.

## BASES BIOLOGIQUES DE LA PRODUCTION ET DE L'UTILISATION DES BULBES D'ORNAMENT

**RÉSUMÉ.** En horticulture, le terme "Bulbe" recouvre des organes de réserves (géophytes) très divers: bulbes, cormus, tubercules etc... Ces organes se différencient par la nature de leurs tissus de réserves, leur morphologie et leur anatomie. Ces différences doivent être prises en compte dans la réalisation des opérations qui vont de la production à l'utilisation des bulbes: récolte, conditions de stockage, plantation,...

Les plantes bulbeuses présentent également des origines géographiques très diverses et ont développé des mécanismes (périodes de repos) leur permettant de survivre aux conditions climatiques défavorables. Elles présentent des développements périodiques qui peuvent être classés en deux groupes, les espèces à floraison printanière qui présentent une période de repos en été et exigent la séquence température élevée - température basse - température élevée pour réaliser leur cycle, et les espèces à floraison estivale qui présentent une période de repos en hiver et exigent la séquence température basse - température élevée - température basse pour réaliser leur cycle.

Les plantes bulbeuses manifestent une grande diversité dans l'époque de leur différenciation florale puis dans les conditions qui permettent leur floraison. La différenciation florale, puis la floraison, tout comme les autres processus de croissance (enracinement, allongement de la hampe florale; bulbification), sont fortement influencés par des facteurs externes: température, lumière, éthylène,...

La connaissance des caractéristiques des bulbes, de leur développement périodique et de l'influence des facteurs du milieu sur leur croissance et leur développement fournit les bases biologiques de techniques à mettre en oeuvre pour leur production et leur utilisation.

Les opérations qui vont de la production des bulbes à l'obtention de fleurs peuvent être réparties en trois phases successives:

1. la production de bulbes, grâce à la mise en place d'une culture de multiplication et, ou, de grossissement.

2. après la récolte, les bulbes sont soumis à une série d'opérations (nettoyage, calibrage, etc) qui précèdent un stockage dans des conditions qui peuvent parfois fortement varier selon leur destination: bulbes destinés à une nouvelle multiplication; bulbes destinés à une production de fleurs coupées à contre saison, etc...

3. la plantation des bulbes pour une production de fleurs, soit dans les jardins soit chez les horticulteurs professionnels.

La réalisation satisfaisante de ces étapes exige la mise en oeuvre d'opérations et de techniques dont les bases reposent sur la connaissance des caractéristiques biologiques des bulbes. Une bonne connaissance de ces caractéristiques, dont les principales vont être rappelées ci-après, est en effet nécessaire aux producteurs et aux utilisateurs de bulbes pour réduire les risques d'accidents et donc pour obtenir un produit dont la qualité répond à l'attente du consommateur.

## I. CARACTERISTIQUES MORPHOLOGIQUES ET ANATOMIQUES DES BULBES

Sous le terme 'Bulbe', les horticulteurs regroupent des organes de réserves (géophytes) qui présentent une très grande diversité. En prenant en compte la nature des tissus de réserves, il est toutefois possible de distinguer deux grands groupes: les plantes bulbeuses et les plantes tubéreuses (cf tableau 1).

Quelque soit le type de bulbe, quelques caractéristiques ont des conséquences importantes lors de leur production et de leur utilisation.

### A. Présence ou absence de tunique; exigences de conservation.

La présence d'une tunique (*Tulipa*; *Iris*,...) protège les bulbes des chocs occasionnés par les diverses manipulations subies lors de la récolte, le calibrage, les conditionnements, etc... Elle protège également les bulbes contre une déshydratation trop importante.

Inversement, l'absence de tunique (*Lilium*, *Fritillaria*,...) rend les bulbes très sensibles aux chocs et à la déshydratation. Des précautions particulières doivent alors être prises au cours des manipulations et au cours du stockage des bulbes. Ceux-ci doivent être généralement placés dans des substrats (tourbe, copeaux de bois,...) ou dans des emballages qui empêchent leur déshydratation.

Le choix des emballages et des conditions de stockage doit toute fois prendre en compte, non seulement la sensibilité à la déshydratation, mais également les exigences en aération nécessaire pour la réalisation correcte des processus respiratoires. L'accumulation de gaz influençant défavorablement l'évolution physiologique des bulbes doit aussi être évitée. (cf point II). De même, des excès d'humidité qui permettraient la croissance des racines sont à éviter.

### B. Caractéristiques du système racinaire.

Plusieurs points doivent être pris en compte: l'époque de la différenciation des racines; leur

possibilité de ramification; l'existence de racines persistantes; les obstacles à leur croissance.

Il faut savoir que certains bulbes, tels que la Tulipe, possèdent déjà des ébauches de racines très bien différenciées lors de leur plantation. Toute blessure occasionnée aux racines lors de cette opération peut donc entraîner des dégâts et favoriser les attaques parasitaires. Les dégâts dus aux blessures ont des conséquences d'autant plus graves que les racines ne peuvent pas se ramifier, ce qui est le cas chez la Tulipe par exemple.

Chez les plantes bulbeuses qui possèdent des racines persistantes (*Lilium*; *Hippeastrum*; *Convallaria*, ...) des précautions doivent être prises pour limiter les dégâts dus aux blessures mais surtout pour éviter la déshydratation de ces racines, après la récolte. Des conditions particulières de stockage (hygrométrie élevée; stockage dans un substrat) doivent donc être utilisées.

Une croissance satisfaisante de la plante n'est possible que si l'enracinement est de qualité. La croissance des racines peut être freinée ou même bloquée par plusieurs facteurs: l'existence de tuniques épaisses et non éclatées peut empêcher l'enracinement chez *Tulipa* et *Iris hollandica*; une aération insuffisante du sol freine ou empêche également l'enracinement, tout comme bien sûr une humidité insuffisante. Les diverses espèces bulbeuses présentent en outre des exigences thermiques assez précises pour la croissance de leurs racines. Les températures les plus favorables sont généralement déterminées par le développement périodique des bulbes (cf point III).

### C. Mode de multiplication

Les divers types de bulbes présentent des différences dans leurs modes de renouvellement et dans leurs coefficients de multiplication.

Certains bulbes (*Tulipa*, *Iris*, *Gladiolus*,...) sont à renouvellement annuel, c'est à dire que le bulbe planté disparaît et donne naissance à des bulbes fils. D'autres bulbes sont pérennes. Dans ce cas, le grossissement est provoqué par la formation continue de nouvelles écailles par le bourgeon apical du bulbe tandis que les écailles les plus externes se vident progressivement et se transforment en tuniques (*Narcissus*, *Hippeastrum*; *Hyacinthus*,...).

Chez les tubercules produits par l'épaississement de l'hypocotyle, (*Begonia*, *Cyclamen*), le grossissement concerne toujours le même organe, qui est donc pérenne et peut atteindre des dimensions importantes (plusieurs dizaines de centimètres de circonférence). Ce type de bulbe, ne se multiplie pas naturellement et doit donc être fractionné pour une multiplication éventuelle.

Celle-ci reste toutefois faible et la multiplication par graines est généralement utilisée.

La multiplication par graines est également utilisée chez d'autres plantes bulbeuses présentant des coefficients de multiplication faibles (Renoncule, Anémone), et, ou, chez lesquelles le délai semis-production d'un bulbe florifère est court (*Allium*,...). Il faut en effet savoir que la durée du délai semis-obtention d'un bulbe florifère est très variable selon les espèces (cf tableau 2).

La multiplication par graines nécessite la mise en oeuvre de techniques particulières (semis dans du sable ou un substrat stérilisé; culture qui peut rester en place plusieurs années; récolte parfois laborieuse, etc...) et présente souvent l'inconvénient de conduire à la production de plantes qui diffèrent entre elles puisque les parents sont généralement hétérozygotes. Aussi, les espèces bulbeuses économiquement importantes sont multipliées végétativement. Les coefficients de multiplication naturelle varient assez sensiblement selon les espèces. Il est généralement faible chez certains vrais bulbes (*Hyacinthus*, *Iris*, *Narcissus*, *Tulipa*,...), qui ne possèdent qu'un nombre très restreint de bourgeons végétatifs capables de produire des bulbes-fils. Chez d'autres espèces telles que les *Lilium* et *Gladiolus*, les coefficients de multiplication sont plus élevés car outre le bulbe-fils produit soit par le bourgeon apical (*Gladiolus*) ou axillaire de la hampe florale (*Lilium*), d'autres organes de multiplication existent: bulbes de tiges ou bulbilles aériennes chez les *Lilium*, caeux chez *Gladiolus*.

Des techniques de multiplication accélérée existent pour certaines espèces (cf tableau 3). La multiplication *in vitro*, qui présente les plus fortes potentialités, est actuellement utilisée surtout chez les *Lilium*.

## II. CROISSANCE ET DEVELOPPEMENT DES PLANTES BULBEUSES

### A. Développement périodiques des bulbes

Dans leur habitat naturel les plantes bulbeuses sont généralement soumises à des conditions climatiques qui peuvent présenter d'importantes variations au cours de l'année, en température, pluviométrie, intensité lumineuse et photopériode. Les zones équatoriales et tropicales constituent une exception à cette règle et sous ces conditions, du moins à une altitude donnée, les plantes ne présentent pas d'arrêts de croissance marqués. C'est le cas, par exemple, de l'*Hippeastrum* et du *Clivia*.

Dans les régions où les saisons sont marquées, les plantes bulbeuses ont développé des mécanismes qui leur permettent de survivre aux conditions climatiques défavorables que constituent les hautes ou les

basses températures et la sécheresse. Sous de telles conditions, les bulbes manifestent un état de repos pendant lequel aucune croissance externe n'est visible. Les bulbes qui fleurissent au printemps sont généralement en état de repos en été. Leur croissance reprend en automne quand les températures baissent et est très active au printemps quand les températures s'élèvent. Ces espèces exigent une séquence températures élevées-températures basses-températures élevées pour réaliser leur cycle.

Les bulbes qui fleurissent en été, sont généralement au repos pendant l'hiver, leur croissance recommençant au printemps quand les températures s'élèvent et devenant maximum en été. Les espèces de ce groupe exigent la séquence températures basses-températures élevées-températures basses pour réaliser leur cycle.

L'existence de périodes de repos rend possible la mise en oeuvre d'opérations telles que le stockage et le transport des bulbes. Il est toutefois très important de connaître les exigences des diverses espèces bulbeuses pendant leurs périodes de repos (cf tableau 4) pour réaliser correctement ces opérations. Le point le plus important à prendre en compte est le fait que **les bulbes ne présentent généralement pas de véritable dormance en ce sens que leur état physiologique évolue en permanence au cours de leur période de repos. Il en résulte que les espèces bulbeuses présentent généralement des possibilités de conservation d'une durée limitée**, du moins si l'on veut espérer obtenir un produit de grande qualité. Des exceptions à cette règle sont constituées par l'Anémone et la Renoncule dont les organes de réserves, après séchage, peuvent atteindre 85-88% de matière sèche (contre 30 à 35% pour la majeure partie des autres bulbes) et peuvent être stockés sans dommage pendant plus d'un an. Par ailleurs, la mise en oeuvre de conservations à températures négatives, jusqu'à -2° ou -4°C, permet de conserver certains bulbes (*Lilium*; *Convallaria*,...) de manière satisfaisante pendant plusieurs mois.

Pour déterminer les conditions de conservation et de transport les plus favorables, il est nécessaire de prendre en compte les processus biologiques qui se déroulent pendant la période de repos des bulbes. Chez certaines espèces (*Tulipa*, *Hyacinthus*, *Narcissus*,...), les bourgeons (bourgeon floral et bourgeons

végétatifs) et les racines se différencient pendant cette période de repos. C'est donc une période d'organogenèse active dont le déroulement ne peut être satisfaisant que si les bulbes sont placés dans des conditions favorables (température; ambiance gazeuse, cf point III). Chez d'autres espèces bulbeuses (*Lilium*, *Gladiolus*,...), l'organogenèse est interrompue ou très ralentie pendant la période de repos

## B. Le processus de floraison

Classiquement, on distingue cinq étapes successives dans la floraison: l'induction florale, l'initiation florale, l'organogenèse florale (différenciation des pièces florales), la maturation et croissance des pièces florales, et l'anthèse. Ces étapes sont plus ou moins faciles à séparer, mais pour une bonne maîtrise de la floraison il est nécessaire de connaître les facteurs qui les influencent et de savoir à quelle période du cycle de l'espèce elles se réalisent.

Les résultats de diverses recherches permettent de classer les plantes bulbeuses en sept groupes qui se différencient par la période de différenciation florale:

1. les fleurs sont formées pendant le printemps ou le début de l'été de l'année qui précède l'anthèse, peu de temps après la floraison de l'année et un peu avant la récolte des bulbes: *Convallaria*, *Galanthus*, *Leucojum*, *Narcissus*.

2. la différenciation florale se produit en été après la période de grossissement des bulbes, c'est à dire après leur récolte, pendant la conservation: *Crocus*, *Hyacinthus*, *Iris reticulata*, *Tulipa*. Ces bulbes possèdent des fleurs complètement différenciées lors de leur plantation en automne et la floraison se manifestera au printemps suivant.

3. les fleurs sont différenciées peu de temps après la plantation, à basse température, en hiver ou au début du printemps (*Iris hollandica*).

4. la différenciation florale commence à la fin de la période de conservation mais se termine après la plantation au printemps: *Begonia tuberosa*; *Dahlia*; *Galtonia*; *Lilium*.

5. la différenciation florale se produit après la plantation au printemps: *Anemone*; *Gladiolus*.

6. la différenciation florale se produit plus d'un an avant la floraison (variante du type 1): *Amaryllis belladonna*; *Nerine*.

7. la différenciation florale se produit en alternance avec la production de feuilles pendant toute la période d'assimilation: *Hippeastrum*, *Zephyranthes*. Dans les bulbes des groupes 6 et 7, des bourgeons floraux manifestant des degrés de développement et de croissance différents coexistent.

La connaissance de la période de différenciation florale permet d'avoir une indication sur les conditions thermiques favorables à sa réalisation.

Les résultats présentés plus haut indiquent, par ailleurs, qu'il peut s'écouler une longue période entre la différenciation florale et la floraison et que les conditions favorables à la différenciation florale peuvent être différentes de celles qui favorisent la floraison.

## C. Facteurs influençant la croissance et le développement des bulbes

Le développement et la croissance d'un bulbe, et en particulier son aptitude à fleurir, sont d'abord influencés par des facteurs internes dont la taille du bulbe est un des principaux. Il existe généralement une taille (poids) critique, très variable selon les espèces, au-dessous de laquelle un bulbe ne peut pas différencier de fleur. Cette taille critique peut toutefois être affectée par l'influence de facteurs externes.

### 1. Influence de la température

Parmi les facteurs externes qui influencent la croissance et le développement des bulbes, la température joue un rôle majeur. L'influence des températures et les exigences thermopériodiques des bulbes dépendent de leur développement périodique (cf tableau 4).

La connaissance de l'influence de la température sur les divers processus de croissance et de développement constitue les bases des techniques à mettre en oeuvre pour maîtriser le déroulement du cycle des plantes bulbeuses (cf point III). Une réduction de la durée du cycle est obtenue par une réduction artificielle de la durée des saisons. Inversement un allongement du cycle (floraisons retardées), est obtenu par un allongement artificiel des saisons, cet allongement étant généralement obtenu par une prolongation de la conservation des bulbes.

Si les températures appliqués aux bulbes influencent très fortement les processus de la floraison, il faut savoir qu'elles influencent également les processus de la bulbification (induction et réalisation). En général, les températures qui permettent l'allongement de la hampe florale sont aussi celles qui permettent l'induction puis la réalisation de la bulbification (exemple: température basse puis température moyenne à élevée chez *Tulipa*; température moyenne à élevée chez *Gladiolus*; cf tableau 4). L'obtention d'une fleur de qualité n'est généralement possible que si les processus de la floraison et ceux de la bulbification se déroulent harmonieusement. Si les traitements thermiques appliqués aux bulbes favorisent les processus de la bulbification au détriment de ceux de la floraison et, ou, que les bulbes sont plantés dans de mauvaises conditions (enracinement impossible ou freiné) à l'issue de traitements thermiques destinés à stimuler les processus de croissance (préparation au forçage), la floraison peut être de mauvaise qualité (fleurs ou inflorescences de petite taille) ou même nulle (avortement des fleurs ou des inflorescences). Un enracinement de qualité est évidemment un préalable à une croissance normale des plantes. Il ressort du tableau 4 que les divers genres présentent des exigences thermiques parfois très différentes pour leur enracinement. Ceci doit donc être pris en compte.

## 2. Influence de la lumière

L'influence de la lumière sur la croissance et le développement est nettement moindre que celle des températures chez des espèces telles que *Hyacinthus*, *Narcissus* et *Tulipa* dont le cycle peut se réaliser entièrement à l'obscurité. Un apport de lumière améliore toutefois la qualité des plantes.

Chez d'autres genres (*Allium*, *Dahlia*, *Gladiolus*; *Iris*, *Lilium*,...), la lumière influence fortement la croissance et le développement des plantes et peut affecter non seulement les processus de la floraison mais également ceux de la bulbification ou tubérisation. Les effets de la lumière peuvent être photopériodiques (*Dahlia*; *Gladiolus*; *Lilium*) ou liés à l'intensité lumineuse. Chez les espèces sensibles à la lumière, de faibles intensités d'éclairement conduisent à l'avortement des fleurs (*Freesia*, *Gladiolus*, *Iris*, *Lilium*).

## 3. Influence d'autres facteurs

Parmi les facteurs externes qui peuvent influencer la croissance et le développement des plantes bulbeuses, il faut également citer la composition gazeuse de l'atmosphère. Le composant qui a probablement les plus grandes conséquences, est l'éthylène. Ses effets sont nombreux et variés. Il peut être utilisé pour favoriser la floraison chez *Iris hollandica*, *Narcissus tazetta* et *Ornithogalum thyrsoides*, et pour lever la dormance des bulbes de *Freesia*, *Gladiolus* et *Liatris*. Il peut toutefois entraîner des désordres physiologiques, tels que la gombose des bulbes chez *Hyacinthus*, *Iris* et *Tulipa*. Il peut aussi provoquer des dégâts beaucoup plus graves tels que la nécrose du bourgeon floral pendant la conservation des bulbes de *Tulipa*, la chute et l'avortement des fleurs pendant la croissance de nombreuses espèces et l'inhibition de l'allongement des racines et des hampes florales chez *Narcissus* et *Tulipa*. Compte-tenu de ses effets, favorables ou défavorables, la présence d'éthylène pendant la conservation des bulbes, leur transport et la croissance des plantes doit être très bien maîtrisée. La ventilation et le renouvellement de l'air dans les locaux de stockage, pendant le transport et, éventuellement, dans les serres sont nécessaires pour éviter les accidents. De même, la présence de sources d'éthylène (gaz de combustion, présence de certains fruits; bulbes de tulipe atteints de *Fusarium*,...) à proximité des bulbes ou des plantes bulbeuses est à éviter.

La croissance et le développement des plantes bulbeuses peuvent aussi être influencés par des applications de régulateurs de croissance. Parmi ceux qui ont montré la plus grande efficacité, et trouvent donc une application pratique, il faut surtout citer les substances qui réduisent l'allongement des hampes florales (ancymidol, éthéphon; daminozide; paclobutrazol) et

l'acide gibberellique qui peut remplacer partiellement l'influence d'un traitement à température basse chez *Iris hollandica*, *Lilium*, *Liatris* et *Tulipa*, mais est surtout utilisé pour augmenter le nombre de fleurs chez *Zantedeschia*.

## III. LA PRODUCTION DE FLEURS

L'utilisation des bulbes pour la production de fleurs peut se faire de plusieurs façons: jardins; paysage; appartements, production commerciale de fleurs coupées ou de potées fleuries, etc... Leur utilisation en conditions naturelles ne pose généralement pas de problèmes si l'on prend soin de choisir des genres ou espèces adaptés (rusticité, exigences en lumière, etc...) aux conditions climatiques locales et que les conditions agronomiques sont satisfaisantes.

Dans le cas de productions commerciales de fleurs coupées ou de potées fleuries, la situation est différente car les horticulteurs cherchent généralement à obtenir des floraisons à contre saison, ce qui oblige à placer les bulbes et les plantes dans des conditions parfois très différentes de celles qu'ils rencontrent naturellement. La connaissance de leurs caractéristiques biologiques (rusticité, exigences en lumière,...) est donc indispensable. En outre, comme pour obtenir des floraisons à contre saison, il est nécessaire de modifier le développement périodique des plantes, il est également indispensable de connaître l'influence des facteurs de l'environnement sur leur croissance et leur développement. Selon qu'il s'agit d'espèces à floraison printanière ou d'espèces à floraison estivale, les techniques utilisées varient.

### A. Espèces à floraison printanière.

Comme précédemment indiqué, ces espèces exigent la séquence températures élevées-températures basses-températures élevées pour réaliser leur cycle. Pour obtenir des floraisons hâtées, il faut que le déroulement de cette séquence soit la plus courte possible mais qu'elle conduise toutefois à une floraison de qualité, recherchée par un marché dont les exigences peuvent varier selon les pays, les saisons, la clientèle visée, etc. Aussi, il est nécessaire de bien connaître les processus biologiques qui se réalisent au cours de cette séquence thermique et l'influence des facteurs mis en oeuvre.

Sauf dans le cas de certaines espèces dont la différenciation florale est avancée ou déjà terminée à la récolte (*Narcissus*), le traitement à température élevée appliqué dès la récolte des bulbes permet d'influencer la vitesse de différenciation du bourgeon floral. Le choix des températures doit être fait pour que cette différenciation soit la plus rapide possible (voir quelques exemples dans le tableau 5).

Une fois que les bulbes possèdent un bourgeon floral complet, ou que l'induction florale est réalisée (*Iris hollandica*), ils peuvent être soumis à un traitement à température basse qui aura pour conséquence de permettre une croissance ultérieure accélérée : élongation des racines et de la hampe florale; bulbification. Le traitement à température basse a un effet quantitatif en ce sens que la croissance ultérieure est d'autant plus rapide que le passage à température basse est de plus longue durée et, ou, que la température est plus basse. Comme une croissance très rapide se traduit généralement par la production de plantes grêles avec de petites fleurs, les traitements utilisés dans la pratique (cf tableau 5) sont ceux qui permettent d'obtenir le meilleur équilibre entre vitesse de croissance des plantes et la qualité désirée.

Les traitements à température basse peuvent être appliqués à des bulbes secs ou à des bulbes plantés dont la croissance peut déjà commencer à température basse. Dans ce dernier cas, il est généralement nécessaire de disposer d'équipements spéciaux (chambres d'enracinement).

Quand les besoins en froid des bulbes sont satisfaits, ils sont plantés ou transférés (dans le cas de bulbes plantés à température basse) dans des serres, ou autre type d'abri, dont les températures permettent une croissance rapide des plantes. En règle générale, plus la température de la serre est élevée et plus la croissance des plantes est rapide. Une croissance très rapide peut toutefois avoir une influence défavorable sur la qualité des plantes: plantes courtes; mauvaise coloration des fleurs ou même avortement. Aussi les températures à utiliser doivent être adaptées à l'espèce et à la qualité désirée.

Dans la pratique, les deux premières opérations qui viennent d'être décrites constituent la préparation des bulbes au forçage, tandis que la troisième partie, qui se déroule en serre, constitue le forçage proprement dit.

Pour programmer des floraisons hâtées sur une assez longue période, il est possible d'agir au moins sur quatre paramètres: la date de transfert des bulbes à température basse, qui peut être plus ou moins précoce, le niveau de la température basse, sa durée d'application et la température de serre. Il est ainsi possible d'obtenir la floraison de nombreuses espèces bulbeuses, dont *Hyacinthus*, *Iris*, *Narcissus* et *Tulipa*, tout au long de l'hiver.

Les floraisons retardées posent parfois plus de problèmes que les floraisons hâtées surtout chez les espèces dont la différenciation du bourgeon floral est déjà avancée ou commence dès la récolte (*Narcissus*, *Tulipa*). Des solutions plus ou moins satisfaisantes pour retarder la floraison sont toutefois actuellement utilisées

chez ces espèces: conservations à températures élevées, 27-30°C, ou à températures basses, 0 à -20°C. En revanche, chez *Iris hollandica*, une conservation prolongée à température élevée, 30°C, permet de différer la différenciation florale tout en conservant aux bulbes une bonne aptitude à fleurir. Il est ainsi possible d'obtenir des floraisons tout au long de l'année.

Il faut enfin signaler que le choix de variétés adaptées est un point très important dans le succès des floraisons à contresaison.

## B. Espèces à floraison estivale.

L'obtention de floraisons hâtées chez ces espèces exige d'abord l'application d'un traitement à température basse qui permet de réduire la durée de repos des bulbes (*Gladiolus*) et éventuellement, favorise le début de la différenciation du bourgeon floral (*Lilium*) (cf tb 4.).

Après ce passage à température basse qui permet l'acquisition d'une aptitude à croître, un passage à température assez élevée, 15°-25°C, est nécessaire pour favoriser la différenciation puis la croissance des organes qui constitueront la plante-fille (racines, organes aériens). Ces températures assez élevées peuvent être données en partie en cours de conservation ou après plantation.

Comme la plupart des espèces à floraison estivale sont sensibles aux conditions de lumière, il faut connaître leurs réactions photopériodiques et leurs exigences en énergie lumineuse pour fleurir correctement. Il faut également se rappeler que, en règle générale, plus les températures de croissance sont élevées et plus les floraisons sont précoces, mais plus les conditions d'éclairement doivent être favorables. Une croissance très rapide résulte généralement en des hampes florales plus courtes. Dans la pratique, les niveaux de températures à utiliser pourront donc dépendre de la qualité du produit recherché mais aussi, bien sûr, des conditions d'éclairement.

La floraison retardée des espèces à floraison estivale peut être obtenue en prolongeant la conservation des bulbes à température basse. Cette conservation qui est faite à température positive (*Gladiolus*) ou négative (*Lilium*) doit toujours commencer rapidement après la récolte et, en tout cas, avant une différenciation trop avancée des bourgeons et des racines.

Tant pour les floraisons avancées (début du printemps) que retardées (automne, hiver), il est indispensable de bien connaître les aptitudes des variétés et leurs exigences minimales en éclairage. La prise en compte de ce dernier point conduit d'ailleurs à déterminer, pour des régions données, les périodes pendant lesquelles aucune floraison n'est possible en conditions naturelles. Un éclairage complémentaire

peut alors devenir nécessaire si la période de floraison doit être prolongée.

#### IV. LA PRODUCTION DE BULBES

La production d'une fleur de qualité exige généralement l'utilisation de bulbes de taille suffisante. L'objectif d'une culture de production de bulbes est donc d'obtenir le maximum de tels bulbes (bulbes commerciaux) à l'unité de surface.

Chez certaines espèces multipliées par graines (*Anemone coronaria*; *Ranunculus asiaticus*) ou par boutures (*Dahlia*), des bulbes commerciaux peuvent être obtenus dès le premier cycle de végétation. En revanche, chez la plupart des espèces bulbeuses multipliées végétativement, il est nécessaire de cultiver simultanément des bulbes de semences de différentes tailles: les plus gros produiront surtout des bulbes commerciaux tandis que les plus petits produiront essentiellement des bulbes de semences qui exigeront encore un ou plusieurs cycles végétatifs avant de produire des bulbes commerciaux. Pour pouvoir maintenir, voire augmenter, les surfaces de production, il est nécessaire que le stock de bulbes de semences comprenne en permanence des proportions suffisantes de bulbes de différentes tailles. Ces dernières peuvent évidemment varier selon les espèces.

A chaque cycle végétatif, le grossissement maximum (poids récolté/poids planté) est recherché. Pour des bulbes d'une taille (poids) donné cet objectif ne sera atteint que si les facteurs agronomiques et sanitaires ne sont pas limitants et que les plantes présentent une surface foliaire maximum dont l'activité photosynthétique sous des conditions climatiques favorables (températures, lumière) sera la plus longue possible.

Sous des conditions climatiques données, et pour des bulbes d'une taille donnée, la surface foliaire et la durée de végétation des plantes sont influencées par les températures de conservation des bulbes de semences. La réaction de ces derniers aux températures de conservation est la même que celle des bulbes utilisés pour une production de fleurs (voir paragraphe précédent), et peut être résumée comme suit:

- chez les espèces à floraison printanière, une conservation des bulbes à température basse hâte la croissance des plantes-filles (levée, floraison et début de bulbification plus précoces) mais hâte également leur maturité, et, généralement, réduit leur surface foliaire. Il en résulte généralement une réduction du grossissement. Une réduction de la production de bulbes est aussi observée, à l'issue d'une conservation donnée des bulbes, dans les régions à printemps chauds, des

températures élevées pendant la végétation ayant pour effet de réduire sa durée.

- chez les espèces à floraison estivale, il est important que la croissance des plantes commence assez tôt pour qu'elle se déroule, au maximum sous les jours les plus longs et à des températures favorables. Ceci est obtenu en plantant les bulbes assez tôt au printemps et, si nécessaire, en stimulant légèrement leur croissance par une conservation appropriée. Ainsi chez *Gladiolus* (hybrides à grandes fleurs) une conservation des bulbes pendant 3 à 4 semaines à 20°-25°C avant plantation, permet une croissance plus précoce des organes aériens et des cormus fils. En régions tempérées ceci se traduit par un grossissement final plus important de ceux-ci.

Une récolte de bulbes d'un poids donné peut avoir des compositions différentes: petit nombre de bulbes de grande taille ou grand nombre de bulbes de petite taille. Dans la mesure où il faut obtenir, simultanément, un nombre suffisant de bulbes commerciaux et un stock de semences comprenant des bulbes de tailles correctes, il apparaît nécessaire d'avoir une bonne maîtrise non seulement du grossissement mais également de la multiplication des bulbes. Ce point est particulièrement important chez une espèce telle que *Tulipa* dont les bulbes possèdent un nombre de bourgeons végétatifs limité (généralement un par un icaille) et dont le développement en bulbes-fils est partiellement déterminé par les températures de conservation. Une conservation à température basse renforce la dominance apicale et réduit le nombre de bourgeons évoluant en bulbes. Inversement, une conservation à température élevée atténue la dominance apicale et permet l'évolution d'un plus grand nombre de bourgeons axillaires en bulbes-fils. Il y a alors peu de gros bulbes.

Toujours chez *Tulipa*, il a été possible de montrer que l'exposition des bulbes de semences à l'éthylène avait les mêmes effets qu'une conservation à température élevée.

Toutes ces observations indiquent que les caractéristiques physiologiques des bulbes utilisés pour une nouvelle production de bulbes influencent fortement le résultat de cette production. Une connaissance de la biologie des bulbes et une adaptation des conditions de conservation puis des dates de plantation, qui déterminent les durées de conservation, est nécessaire en fonction des conditions climatiques locales.

Rappelons enfin que les conditions agronomiques doivent être satisfaisantes et qu'en particulier le sol doit toujours être suffisamment aéré mais bien alimenté en eau (sol drainant; absence d'eau stagnante) pour permettre une bonne croissance et bonne activité du système racinaire.

## V. CONCLUSION

La diversité manifestée par les plantes bulbeuses tant au niveau de leur anatomie et morphologie qu'au niveau de leur croissance et de leur développement rend difficile une présentation succincte de leurs caractéristiques telle que nous avons voulu le faire ici.

Les données de ce texte montrent toutefois qu'une production de bulbes et leur bonne utilisation ne sont possibles que si quelques règles de base, déterminées par les caractéristiques biologiques des bulbes, sont respectées. La mise en oeuvre de ces règles concerne tous les acteurs de la filière bulbes (producteurs, conditionneurs, stockeurs, transporteurs, commerçants, horticulteurs, jardiniers,...) car il est apparu que de nombreuses opérations (dégâts mécaniques à la récolte, traitements thermiques,...) ont des conséquences qui se manifestent assez longtemps après leur application. Les bulbes étant des enregistreurs biologiques, la connaissance de leur "histoire" est nécessaire pour comprendre leur comportement.

En l'absence de résultats expérimentaux, il apparaît également que la connaissance de l'origine

géographique de l'espèce et de son développement périodique peut déjà aider à définir ses exigences.

## BIBLIOGRAPHIES

Les données de ce texte sont le résumé de nombreux travaux de recherche et d'expérimentation. Des informations plus précises et une riche bibliographie peuvent être trouvées dans les ouvrages ou articles suivants:

- DE HERTOIGH A. A., LE NARD M. (Ed.) 1993. The physiology of flower bulbs. Elsevier; Amsterdam, 811 pp.
- HARTSEMA A.H., 1961. Influence of temperature on flower formation and flowering of bulbous and tuberous plants. In: W. Ruhland (Editor), Handbuch der Pflanzenphysiologie, Springer-Verlag, Berlin, 16; 123-167.
- REES A.R., 1972. The growth of bulbs. Academic Press, Inc. London and New York, 311 pp.

TABLEAU 1. Exemples d'espèces bulbeuses classées selon la nature des tissus de réserves

Groupe	Type	Tissus de réserves	Espèces
- Plantes Bulbeuses	Bulbe	Ecailles et bases de feuilles	Hippeastrum; Hyacinthus; Iris hollandica; Liliun; Narcissus; Tulipa
	Cormus	Plateau basal (tige)	Colchicum; Crocus; Freesia; Gladiolus
- Plantes Tubéreuses	Tubercule	Tige	Anemone; Caladium; Gloriosa; Zantedeschia
		Racines	Dahlia; Ranunculus
	Rhizome	Tige	Agapanthus; Abstroemeria; Convallaria

TABLEAU 2. Durée approximative du délai entre le semis et la floraison chez quelques espèces bulbeuses.

Durée approximative	Espèce
1 an	Anemone coronaria; Dahlia; Freesia; Liliun regale; Ranunculus asiaticus
2 ans	Allium sp.; Gladiolus; Ixiolirion
3 ans	Allium sp.; Chionodoxa; Crocus; Iris; Liliun sp.;
4 ans	Hyacinthus; Narcissus
5 ans	Tulipa

TABLEAU 3. Techniques utilisées pour la multiplication artificielle des espèces bulbeuses.

Technique	Espèces
- Fractionnement des bulbes	Allium; Dahlia; Fritillaria; Hippeastrum; Narcissus
- Suppression plus ou moins complète du plateau basal	Hyacinthus
- Bouturage d'écailles	Liliun
- Bouturage de tiges	Dahlia
- Bouturage de feuilles	Haemanthus
- Secteurs de bulbes ou fragments de deux écailles reliés par un fragment de plateau	Iris hollandica; Narcissus
- Culture de tissus in vitro	Hyacinthus; Iris; Liliun; Nerine

**TABLEAU 4. Exemples des effets du thermopiriodisme saisonnier sur la croissance et le développement d'espèces bulbeuses.**

A. Espèces exigeant la séquence température élevée - température basses - température élevée			
Espèce	Été	Automne - Hiver	Printemps
<i>Freesia</i>	Levée de dormance	Organogenèse et croissance: enracinement, allongement de la hampe florale, floraison et bulbification	
<i>Iris hollandica</i>	Induction florale	Organogenèse (bourgeon floral et bourgeons végétatifs); enracinement; début de croissance des feuilles	Fin de l'organogenèse; croissance de la hampe florale; floraison et bulbification
<i>Tulipa</i>	Organogenèse: bourgeon floral et bourgeons végétatifs; ébauches de racines	Enracinement; induction des processus de croissance	Croissance: allongement de la hampe florale floraison et bulbification
B. Espèces exigeant la séquence température basse - température élevée - température basse			
Espèce	Automne - Hiver	Printemps	Été
<i>Convallaria</i>	Levée de dormance	Croissance de l'inflorescence et des bourgeons végétatifs pré-existants; formation de nouvelles racines	Croissance des feuilles et des racines; Organogenèse: inflorescence et bourgeons végétatifs (croîtront l'année suivante)
<i>Gladiolus</i> (Hybrides)	Levée de dormance	Organogenèse (bourgeon apical); enracinement et début de croissance	Fin de l'élongation de la hampe florale, floraison, grossissement du cormus et formation de caïeux
<i>Lilium longiflorum</i>	Levée de dormance	Organogenèse (feuilles, fleurs et écailles) et allongement de la hampe florale	Floraison et bulbification

Réf. M. LE NARD et A.A. DE HERTOOGH, in: DE HERTOOGH et LE NARD, 1993.

**TABLEAU 5. Exemples de traitements thermiques appliqués aux bulbes pour obtenir des floraisons hâtées.**

A. Espèces exigeant la séquence température élevée-température basse-température élevée			
Espèce	Traitement température élevée	Traitement à température basse	Température de serre (forgage)
<i>Iris hollandica</i>	30°C (durée variable selon la taille du bulbe)	6 à 8 semaines à 9°C + 2 semaines à 17°C ou 8 à 11 semaines à 9°C (selon cultivar)	jusqu'à 15°-16°C
<i>Narcissus</i>	5 jours à 35°C + 17°C, jusqu'à la fin de la différenciation florale	11 à 12 semaines à 9°C	jusqu'à 16° - 18°C
<i>Tulipa</i>	1 semaine à 34°C + 20°C jusqu'à la fin de la différenciation florale + 17°C (durée variable selon les cultivars)	9 à 12 semaines à 5°C (selon cultivar) ou 15 à 21 semaines à 9°C (selon cultivar)	jusqu'à 16°-18°C jusqu'à 20°-23°C
B. Espèces exigeant la séquence température basse-température élevée			
Espèce	Traitement à température basse	Traitement à température élevée	Température de serre (forgage)
<i>Gladiolus</i> (Hybrides)	4 à 8 semaines à 5°-10°C (après séchage des bulbes à 20°-25°C)	4 à 6 semaines à 20°-30°C	Jusqu'à 15°C-20°C (selon luminosité)