



16/ Fertilisation des plantes ornementales et des arbustes

Christoph Carlen¹, Céline Gilli¹, Josef Poffet² et Hans Peter Wegmüller³

¹ Agroscope, 1964 Conthey, Suisse

² Jardin Suisse, 5000 Aarau, Suisse

³ Engrais Hauert HBG SA, 3257 Grossaffoltern, Suisse

Renseignements: christoph.carlen@agroscope.admin.ch

Table des matières

1. Introduction	16/3
2. Fertilisation des plantes en pot et en container	16/3
3. Fleurs coupées sur substrat en serre	16/7
4. Fertilisation des fleurs coupées en pleine terre	16/7
5. Conifères et arbustes en pépinière de pleine terre	16/9
6. Bibliographie	16/10
7. Liste des tableaux	16/11
8. Liste des figures	16/11

1. Introduction

Ces principes de fertilisation visent à définir des lignes directrices pour une fertilisation durable des plantes et arbustes d'ornement en culture commerciale. Un apport suffisant en éléments nutritifs est une condition préalable pour une croissance harmonieuse, pour des plantes saines et de haute qualité. Ces principes serviront de base pour les exigences de SwissGap Horticulture dans le domaine de la fertilisation. Ils ont été établis en considérant la littérature ancienne et récente. En particulier, les normes de fertilisation ont été définies sur la base des quantités prélevées par les cultures (Wegmüller et Gysi 1993; Jentzsch et Thalk 2007; Röber et Schacht 2008; Wartenberg 2008; Wegmüller *et al.* 2012). Les multiples possibilités d'apporter les éléments nutritifs et de les mettre à disposition des plantes et arbres d'ornement ont été peu abordées jusqu'ici.

Les termes «plantes ornementales» et «arbustes d'ornement» comprennent diverses espèces, aussi bien cultivées en sol que sur substrats et organiques ou minéraux, ou encore en hydroponie. Les plantes ornementales et arbustes d'ornement cultivés commercialement sont divisés en quatre groupes, en fonction de leurs exigences nutritives et des systèmes de fertilisation – parmi lesquels l'hydroponie n'est pas considérée: a) plantes en pot et en container; b) fleurs coupées sur substrat en serre; c) fleurs coupées en pleine terre; d) conifères et arbustes en pépinières de pleine terre.

2. Fertilisation des plantes en pot et en container

Les cultures en pot et en container sont indépendantes du sol. Les plantes grandissent dans des pots, des containers ou d'autres contenants (figures 1, 2 et 3). Un surdosage ou un sous-dosage d'engrais dans un espace confiné peut entraîner des problèmes de croissance et de floraison. La fertilisation des cultures en pot et en container est donc très exigeante (tableaux 1 et 2). Elle se base principalement sur l'azote (N), notamment parce que cet élément présente la plage optimale la plus restreinte et qu'un apport inadéquat compromet rapidement le succès de la culture (Scharpf 1989; Wartenberg 2008). L'apport en autres macro-éléments tels que phosphore (P), potassium (K) et magnésium (Mg) est ensuite déterminé pour conserver un certain équilibre par rapport à l'azote.

Le tableau 1 répertorie les besoins en N des principales plantes en pot cultivées en Suisse et les besoins en P, K et Mg qui en dérivent. Le rapport N:P est de 1,0:0,2. Les rapports de N:K varient en fonction de l'espèce entre 1,0:0,6 et 1,0:1,5, et ceux de N:Mg entre 1,0:0,10 et 1,0:0,15. Wartenberg (2008) a compilé, à partir de la littérature, les lignes directrices pour la fertilisation des plantes en pot. Quelques 200 espèces ont été ainsi prises en compte et les données sont publiées sous www.publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/14187.



Figure 1. Primevères (*Primula acaulis*) cultivées en pot (photo: Agroscope).



Figure 2. L'étoile de Noël, une plante en pot importante (*Poinsettia*, *Euphorbia pulcherrima*) (photo: Agroscope).



Figure 3. *Calluna* (*Calluna vulgaris*) cultivée en pot (photo: Agroscope).

Tableau 1. Normes fertilisation pour les principales espèces de plantes en pot (Röber et Schacht 2008; Wartenburg 2008; Wegmüller et al. 2012). N est l'élément principal et les autres macro-éléments P, K et Mg sont équilibrés par rapport à N.

Espèce, groupe	Taille de la plante ou du pot	Besoins en N (g N par plante)	Equilibre N:P:K:Mg (N:P ₂ O ₅ :K ₂ O:Mg)
Chrysanthème	Petites plantes	0,2–0,3	1,0:0,2:1,5:0,15 (1,0:0,45:1,8:0,15)
	Plantes moyennes	0,3–0,4	
	Grosses plantes	0,4–0,5	
Primevère	Pot de 10 cm	0,2–0,3	1,0:0,2:1,25:0,15 (1,0:0,45:1,5:0,15)
Saintpaulia	Petites plantes	0,05–0,08	
	Grosses plantes	0,1–0,2	
Fuchsia	Pot de 11 cm	0,3–0,4	1,0:0,2:1,0:0,15 (1,0:0,45:1,2:0,15)
Pétunia	Pot de 10 cm	0,3–0,4	
Hortensia	Pot de 11 cm	0,5	
Impatience de Nouvelle-Guinée	Variétés moyennes	0,3–0,4	
Kalanchoé	Pot de 11 cm	0,4	
Viola	Pot de 9-10 cm	0,15–0,2	
Cyclamen ¹	Mini plantes	0,15–0,25	
	Plantes normales	0,45–0,6	
	Grosses plantes	0,7–0,8	
Begonia elatior	Petites plantes	0,2–0,3	
	Grosses plantes	0,4–0,6	
Pelargonium	Plantons	0,3–0,4	
	Petites plantes	0,3–0,4	
	Plantes moyennes	0,4–0,5	
	Grosses plantes	0,5–0,7	
Poinsettia	Petit unitige	0,2	
	Petit multitige	0,4–0,5	
	Mutitige moyen	0,6–0,7	
	Gros multitige	0,8–1,0	
	Sur tige	3,0–5,0	
Azalée	Pot de 11 cm	0,5	1,0:0,2:0,7:0,10 (1,0:0,45:0,85:0,15)
Calluna	Pot de 12 cm	0,5–0,6	
Erica	Pot de 11 cm	0,5	
Rosier	Pot de 10 cm	0,2	

¹ Dernier tiers de culture pour les cyclamens N:P:K:Mg = 1,0:0,2:1,0:0,15.

Il est opportun de fractionner la fertilisation de ces plantes en une fertilisation de base et une fertilisation complémentaire; la première couvre l'équilibre de base en nutriments avec des engrais solubles pour un substrat (tableau 3), tandis que la seconde complète les quantités d'éléments nutritifs prélevés par une espèce au cours de la période de culture. La fertilisation complémentaire peut être mélangée au substrat comme fumure de fond lors de la préparation avec des engrais à libération contrôlée, ou apportée de façon localisée lors du rempotage. Les engrais à libération contrôlée, souvent utilisés, fournissent des éléments fertilisants pour une période qui couvre une grande partie, voire la durée totale de la culture (Wartenburg 2008; Wegmüller et al. 2012). La fertilisation complémentaire est généralement apportée avec un engrais liquide (surtout par fertigation), une fois par semaine ou à intervalles plus longs. Dans ce cas, l'eau d'irrigation est en-

richie avec des engrais hydrosolubles. La sensibilité au sel des différentes cultures doit être considérée (tableau 4).

Une autre technique de fertilisation est la fertigation en utilisant des systèmes fermés (par flux et reflux, sur des nattes, avec gouttières, goutte à goutte). La fertigation est d'une grande importance. A chaque arrosage, les éléments nutritifs sont apportés à l'eau d'irrigation, à la concentration souhaitée, au moyen de solutions mères, du drainage, de système de pompe et de mélangeur, afin de permettre une croissance optimale des plantes. La technique est identique à celle utilisée en cultures de baies sur substrat (Carlen et al. 2016). La mesure du pH et de l'électroconductivité (EC en mS/cm) de la solution nutritive sont des méthodes de contrôle établies. Les valeurs optimales varient entre 5,6 et 6,2 pour le pH et entre 0,5 et 2,5 mS/cm pour l'EC (tableaux 4 et 5).

Tableau 2. Normes de fertilisation pour arbres en container. N est l'élément principal; l'apport des autres macro-éléments P, K et Mg se fait selon un équilibre par rapport à N¹.

Espèce	Besoins en N	Espèce	Besoins en N
<i>Abies nordmanniana</i> <i>Cotoneaster dammeri</i> <i>Deutzia rosea</i> , faible vigueur <i>Pachysandra terminalis</i> <i>Pinus cembra</i> <i>Pinus mugo</i> «Mughus» <i>Pinus wallichiana</i> <i>Potentilla fruticosa</i> <i>Prunus cerasifera</i> <i>Rhododendron repens</i> <i>Ribes sanguineum</i> <i>Salix repens</i> <i>Skimmia japonica</i>	faibles 0,3–0,45 kg/m ³ ou g/l	<i>Juniperus communis</i> «Hibernica» <i>Juniperus squamata</i> «Meyeri» <i>Kolkwitzia amabilis</i> <i>Lonicera pileata</i> <i>Mahonia aquifolium</i> <i>Malus hybrides</i> <i>Pinus nigra</i> «Austriaca» <i>Prunus laurocerasus</i> <i>Pyracantha coccinea</i> <i>Spiraea bumalda</i> <i>Spiraea japonica</i> <i>Taxus baccata</i> <i>Thuja occidentalis</i> <i>Viburnum burkwoodii</i> <i>Viburnum plicatum</i>	moyens 0,45–0,6 kg/m ³ ou g/l
<i>Acer saccharinum</i> <i>Amelanchier canadensis</i> <i>Amelanchier laevis</i> <i>Berberis canadensis</i> <i>Berberis thunbergii</i> <i>Buddleja davidii</i> <i>Buxus sempervirens</i> <i>Callicarpa bodinieri</i> <i>Cedrus deodara</i> <i>Cotoneaster adpressus</i> <i>Cytisus scoparius</i> <i>Deutzia gracilis</i> <i>Deutzia rosea</i> <i>Euonymus alatus</i> <i>Euonymus fortunei</i> «Vegetus» <i>Exochorda racemosa</i> <i>Genista tinctoria</i> <i>Hibiscus syriacus</i> <i>Hypericum calycinum</i> <i>Hypericum patulum</i>	moyens 0,45–0,6 kg/m ³ ou g/l	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i> <i>Cotoneaster multiflorus</i> <i>Forsythia x intermedia</i> <i>Hydrangea paniculata</i> <i>Ilex aquifolium</i> <i>Juniperus chinensis</i> <i>Kerria japonica</i> <i>Ligustrum ovalifolium</i> <i>Viburnum rhytidophyllum</i> <i>Weigelia hybrides</i>	élevés 0,6–0,75 kg/m ³ ou g/l

¹ N:P:K:Mg = 1,0:0,15:0,6:0,1 ou N:P₂O₅:K₂O:Mg = 1,0:0,34:0,73:0,1; Wegmüller et al. 2012

Pour contrôler l'apport des éléments nutritifs dans le substrat et pour déterminer le pH et l'EC, la méthode suivante est recommandée.

1. Dans un récipient, faire une marque à 200 ml et une autre à 300 ml.
2. Remplir avec 200 ml d'eau déminéralisée.
3. Compléter jusqu'à 300 ml avec du substrat (échantillon représentatif, bien humide)
4. Agiter environ une minute (figure 4).
5. Le pH et l'EC peuvent ensuite être mesurés dans cette suspension.

Ces résultats sont comparables à des mesures de laboratoire selon la méthode d'extraction en volume habituellement utilisée en Suisse. Ils peuvent être interprétés directement avec les données du tableau 4 concernant la plage optimale de l'EC dans les substrats. En particulier, pour des valeurs faibles, une correction peut être facilement apportée en augmentant la fertilisation complémentaire. Si le résultat se situe dans la fourchette ou au-dessus, et que des troubles nutritifs sont quand même soupçonnés, une analyse en laboratoire aide à déterminer les éléments nutritifs déficients. Le tableau 5 décrit un exemple de la composition minérale d'une solution nutritive pour les plantes



Figure 4. Dans un récipient, faire une marque à 200 ml et une à 300 ml pour déterminer le pH et l'EC d'un substrat (photo: Josef Poffet, Jardin Suisse).

Tableau 3. Eléments fertilisants solubles dans l'eau par litre de substrat selon la méthode d'extraction en volume 1:1,5. Le niveau de base correspond au niveau de conservation pendant la durée de culture (Gysi et al. 1995; Wegmüller et al. 2012).

Groupe	Niveau de base en éléments fertilisants solubles (mg/l de substrat) (se réfère à chaque élément)			
	N	P ¹	K	Mg
Cultures sensibles aux nutriments (semis)	60	10	85	15
Besoins moyens en nutriments	120	20	180	30
Besoins élevés en nutriments	220	40	275	60

¹ La solubilité dans l'eau du P dépend fortement du pH. Avec un pH supérieur à 6,5, la quantité de P soluble dans l'eau n'est pas atteinte; la réserve en P selon la méthode de l'acétate d'ammonium EDTA doit également être considérée pour l'évaluation.

Tableau 4. Tolérance à la salinité, ajustement de l'électro-conductivité (EC) de la solution nutritive pour une fertilisation liquide (fertilisation complémentaire ou fertigation) et plage optimale dans le substrat pour diverses espèces de plantes selon Wegmüller et al. (2012).

Tolérance à la salinité	Culture	Plage optimale de l'EC dans l'eau d'irrigation (mS/cm)	Plage optimale de l'EC dans le substrat (mS/cm)
Très sensible	Orchidées, Broméliacées Fougères Multiplication: Erica, Calluna, Azalées Semis en général	0,5–1,0	0,4–0,6
Sensible	Azalées Calluna, Erica Jeunes plantes en général	1,0–1,5	0,6–0,8
Peu sensible	Begonia Cyclamen Poinsettia Rosier	1,5–2,0	0,8–1,2
Tolérante	Chrysanthèmes Pélargonium	2,0–2,5	1,3–1,8

Tableau 5. Compositions des solutions nutritives pour les plantes en pot et fleurs coupées sur substrat organique en système fermé (SF) et en système ouvert (SO) selon Pivot et al. (2005).

Système	Plantes en pot	Alstromeria		Anthurium		Oeillet		Gerbera		Rosier	
	SF	SO	SF	SO	SF	SO	SF	SO	SF	SO	SF
EC mS/cm	1,6	1,2	1,6	0,8	1,1	1,1	1,8	1,1	1,6	0,7	1,6
pH	5–6,2	5–6,2	5–6,2	5–6,2	5–6,2	5–6,2	5–6,2	5–6,2	5–6,2	5–6,2	5–6,2
Macro-éléments mmol/l											
NH ₄ ⁺	1,1	0,7	0,7	0,3	0,3	0,75	0,7	0,7	1,5	0,8	1,0
K ⁺	5,5	4,3	5,8	3,5	3,9	4,4	6,7	4,5	5,5	2,2	4,5
Ca ²⁺	3,0	2,0	3,5	0,9	1,3	1,5	3,5	1,6	3,0	0,8	3,2
Mg ²⁺	0,75	0,7	1,3	0,7	1,0	0,6	1,0	0,4	1,0	0,6	1,5
NO ₃ ⁻	10,6	7,3	11,2	4,7	6,4	7,3	13,0	7,2	11,2	4,3	11,2
SO ₄ ²⁻	1,0	1,2	1,9	0,8	0,8	0,7	1,2	0,7	1,2	0,5	1,2
H ₂ PO ₄ ⁻	1,5	0,7	1,0	0,7	0,8	0,7	1,2	0,6	1,2	0,5	1,2
Micro-éléments µmol/l											
Fe	20	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Mn	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Zn	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
B	20	20	30	20	30	20	30	20	30	20	30
Cu	0,5	0,5	0,75	0,5	0,75	0,5	0,75	0,5	0,75	0,5	0,75
Mo	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

en pot en système fermé. Avec les systèmes d'irrigation fermés, il est important d'adapter les apports en éléments nutritifs à la consommation effective. Si les deux quantités ne correspondent pas globalement, la solution nutritive et le substrat peuvent souffrir d'un excès de certains éléments. Une analyse des éléments nutritifs et une adaptation de la solution nutritive doivent être faites à intervalles réguliers de trois à quatre semaines.

Les feuilles ne peuvent absorber que quelques éléments nutritifs. Ceux-ci agissent ensuite nettement plus rapidement que par absorption racinaire. Par conséquent, il est recommandé de corriger surtout les carences en oligo-éléments par une fertilisation foliaire.

Dans le tableau 2, les besoins en N de diverses plantes en container sont classés en trois groupes, ainsi que les besoins en P, en K et en Mg qui s'y rapportent. L'équilibre N:P:K:Mg est de 1,0:0,15:0,6:0,1. La meilleure méthode consiste à placer au milieu du container un engrais complètement enrobé à libération contrôlée. Il existe plusieurs méthodes efficaces pour l'épandage. Une fertilisation de base avec un engrais organo-minéral et une fertilisation complémentaire avec un engrais partiellement enrobé à libération contrôlée au printemps, peu après l'installation ou au rempotage, ont donné de bons résultats. Les avantages de cette stratégie sont un lessivage réduit et une salinité uniforme dans le substrat, ce qui a un effet positif sur le développement des racines, augmentant ainsi l'efficacité de l'irrigation.

3. Fleurs coupées sur substrat en serre

Pour les fleurs coupées sur substrat, des exigences élevées pour le substrat et la solution nutritive ont été établies pour la fertigation (figure 5). Le substrat sert de réservoir



Figure 5. Gerbera pour la fleur coupée, cultivé sur substrat en serre (photo: Agroscope).

à la plante jusqu'à une certaine mesure; elle y prélève les éléments nutritifs nécessaires à sa croissance. Les substrats sont aujourd'hui généralement d'origine organique ou minérale. Grâce à la fertigation, l'eau peut être économisée dans ces cultures et un apport optimal en nutriments peut être réalisé. La solution nutritive doit cependant être équilibrée et adaptée aux besoins de croissance des plantes ornementales cultivées sur substrat. Indépendamment du choix du système de fertigation (ouvert ou fermé), les nutriments du drainage doivent être utilisés de manière agronomiquement judicieuse. Les informations pour établir et adapter la solution nutritive, en systèmes ouverts et fermés, sont décrites en détail dans le module 14 (Carlen *et al.* 2017). Les solutions nutritives, en systèmes ouverts et fermés, pour diverses fleurs coupées, sont présentées dans le tableau 5. Par la suite, la fertilisation peut être contrôlée avec les normes relatives à la teneur optimale en éléments minéraux des solutions dans l'environnement des racines (tableau 6). Il est nécessaire de contrôler régulièrement la solution nutritive (pH et EC) et de compenser les variations afin de maintenir l'apport optimal en nutriments. En système ouvert, non recyclé, le drainage devrait représenter 20% de la quantité d'eau fournie; en système fermé, avec recyclage, le taux de drainage peut être plus élevé. La désinfection du drainage est à considérer dans la plupart des cas, mais elle n'est pas traitée dans ce document.

4. Fertilisation des fleurs coupées en pleine terre

Les fleurs coupées en pleine terre sont cultivées en plein champ, sous tunnel plastique ou sous serre (figure 6). Comme pour les plantes en pot, N est utilisé comme élément principal. Les normes de fertilisation pour les cultures annuelles et vivaces de fleurs coupées selon Jentzsch et Thalk (2007) sont répertoriées dans les ta-



Figure 6. Marguerite (*Leucanthemum vulgare*) pour la fleur coupée cultivée en pleine terre (photo: Agroscope).

Tableau 6. Concentrations optimales en éléments minéraux des solutions de l'environnement des racines dans les substrats en cultures de plantes en pot et fleurs coupées selon Pivot et al. (2005).

	Plantes en pot	Alstromeria	Anthurium	Oeillet	Gerbera	Rosier
EC mS/cm	1,7	2,0	1,0	2,2	2,0	2,0
pH	5,5	5,5	5,5	5,5	5,2	5,5
Macro-éléments mmol/l						
NH ₄ ⁺	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
K ⁺	4,5	5	3	7	6	5
Ca ²⁺	<4	<5	<3	<4	<6	<6
Mg ²⁺	4	5	2	5	5	5
NO ₃ ⁻	9,5	13	5	14	13	12,5
SO ₄ ²⁻	2	2,5	1,5	3	2,5	2,5
H ₂ PO ₄ ⁻	1	1	0,75	0,9	1	0,9
Micro-éléments μmol/l						
Fe	20	30	15	20	40	25
Mn	10	5	2	3	3	3
Zn	3	5	4	5	5	3,5
B	20	40	40	60	40	20
Cu	0,5	1	1	1	1	1
Mo	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Tableau 7. Besoins en N pour les cultures annuelles de fleurs coupées en pleine terre. N est l'élément principal et les autres macro-éléments P, K et Mg sont équilibrés par rapport à N, selon Jentsch et Thal (2007) avec une adaptation de la fertilisation azotée selon les expériences faites en Suisse.

Espèce, groupe	Besoins en N ¹	Equilibre N:P:K:Mg (N:P ₂ O ₅ :K ₂ O:Mg)
<i>Acrolinium roseum</i> <i>Ageratum houstonianum</i> <i>Anthriscus</i> <i>Centaurea cyanus</i> <i>Craspedia globosa</i>	<i>Euphorbia marginata</i> <i>Lathyrus odoratus</i> <i>Zinnia elegans</i> Graminées	8 g N/m ² 1,0:0,2:1,5:0,12 (1,0:0,45:1,8:0,15)
<i>Amaranthus</i> <i>Ammi visnaga</i> <i>Antirrhinum majus</i> <i>Calendula officinalis</i> <i>Callistephus chinensis</i> <i>Carthamus tinctorius</i> <i>Celosia</i> <i>Chrysanthemum x grandiflorum</i> <i>Cosmos bipinnatus</i> <i>Eucalyptus globulus</i> <i>Gaillardia pulchella</i> <i>Gomphrena globosa</i> <i>Gypsophila elegans</i> <i>Helichrysum bracteatum</i>	<i>Lavatera trimestris</i> <i>Limonium sinuatum</i> <i>Limonium tetragonum</i> <i>Molucella laevis</i> <i>Nigella damascena</i> <i>Rudbeckia hirta</i> <i>Salvia farinacea</i> <i>Scabiosa atropurpurea</i> <i>Scabiosa stellata</i> <i>Tanacetum parthenium</i> <i>Trachelium caeruleum</i> <i>Trachymene coerulea</i> <i>Xanthophthalmum segetum</i>	12 g N/m ² 1,0:0,2:1,5:0,12 (1,0:0,45:1,8:0,15)
<i>Brassica oleracea</i> var. <i>acephala</i> <i>Cirsium japonicum</i>	<i>Dianthus barbatus</i> <i>Helianthus annuus</i>	15 g N/m ² 1,0:0,2:1,5:0,12 (1,0:0,45:1,8:0,15)

¹ Il s'agit de lignes directrices. Les besoins peuvent être modifiés selon les conditions et les systèmes de culture.

bleaux 7 et 8. La fertilisation azotée a été légèrement ajustée à la baisse et peut être optimisée par des analyses N_{min}.

L'apport en macro-éléments phosphore, potassium et magnésium doit être équilibré par rapport à l'azote. Si aucune information spécifique n'est disponible, les équilibres suivants, basés sur les analyses de Jentsch et Thalk (2007), sont recommandés N:P:K:Mg = 1,0:0,2:1,5:0,12. Pour P, K, et Mg, la norme de fertilisation doit être corrigée en fonction

de l'état du sol. La fertilisation doit être adaptée pour qu'à moyen terme une analyse de sol montre des réserves suffisantes.

La fertilisation des cultures en sol peut être réalisée avec des engrais organiques ou minéraux. En règle générale, les deux tiers des besoins en éléments nutritifs sont donnés comme engrais de démarrage au début de la culture ou à la reprise de végétation, et le reste est apporté plus tard lors de la phase de croissance (Wartenberg 2008). En cas

Tableau 8. Besoins en N des plantes vivaces cultivées en pleine terre pour la fleur coupée. N est l'élément principal et les autres macro-éléments P, K et Mg sont équilibrés par rapport à N (Jentzsch et Thal 2007).

Espèce, groupe	Besoins en N ¹	Equilibre N:P:K:Mg (N:P ₂ O ₅ :K ₂ O:Mg)
<i>Asphodeline</i> <i>Astilbe</i> <i>Bergenia</i> <i>Carlina</i> <i>Centranthus</i> <i>Cimifuga</i> <i>Convallaria</i> <i>Dicentra spectabilis</i> <i>Doronicum</i> <i>Gladiolus</i> <i>Helleborus</i> <i>Hemerocallis</i>	<i>Leontopodium</i> <i>Lupinus</i> <i>Narcissus</i> <i>Ornithogalum</i> <i>Paeonia</i> <i>Penstemon</i> <i>Primula</i> <i>Pseudolysimachion spicatum</i> <i>Silene chalconica</i> <i>Solidaster luteus</i> <i>Thalictrum</i>	8 g N/m ² 1,0:0,2:1,5:0,12 (1,0: 0,45:1,8: 0,15)
<i>Achillea millefolium</i> <i>Aconitum napellus</i> <i>Alchemilla mollis</i> <i>Alstroemeria</i> <i>Aquilegia</i> <i>Asclepias</i> <i>Asparagus officinalis</i> <i>Aster amellus</i> <i>A. ericoides</i> <i>A. novae-angliae</i> <i>A. novi-belgii</i> <i>A. pringlei</i> <i>Campanula glomerata</i> <i>Centaurea macrocephala</i> <i>Chelone obliqua</i> <i>Chrysanthemum x grandiflorum</i> <i>Coreopsis</i> <i>Cortaderia</i>	<i>Crocsmia</i> <i>Echinacea</i> <i>Eryngium</i> <i>Gentiana «Royal Blue»</i> <i>Goniolimon</i> <i>Gypsophila helenium</i> <i>Heliopsis</i> <i>Hosta</i> <i>Leucanthemum vulgare</i> <i>Liatris</i> <i>Monarda</i> <i>Phlox paniculata</i> <i>Physostegia</i> <i>Pseudolysimachion</i> <i>Scabiosa</i> <i>Sedum</i> <i>Trollius</i>	12 g N/m ² 1,0: 0,2:1,5:0,12 (1,0:0,45:1,8:0,15)
<i>Achillea filipendulina</i> <i>Aconitum carmichaelii</i> <i>Astilbe x arendsii</i> <i>Cynara</i> <i>Delphinium</i> <i>Echinops</i> <i>Eremurus</i>	<i>Erigeron</i> <i>Gaillardia</i> <i>Helianthus</i> <i>Iris</i> <i>Ligularia</i> <i>Papaver</i> <i>Rudbeckia nitida</i>	15 g N/m ² 1,0:0,2:1,5:0,12 (1,0:0,45:1,8:0,15)

¹ Il s'agit de lignes directrices. Les besoins peuvent être modifiés selon les conditions et les systèmes de culture. L'année de plantation, la fertilisation azotée doit être réduite d'environ 30%.

de besoins élevés en nutriments, les apports, surtout en azote, doivent être divisés en trois, afin de minimiser les pertes. Les engrais à libération contrôlée sont également possibles et permettent une fertilisation en une seule fois.

5. Conifères et arbustes en pépinière de pleine terre

Le niveau d'absorption en nutriments des conifères et des arbustes dépend principalement de la croissance des plantes, c'est-à-dire de la masse de pousses, de feuilles et de racines produites par hectare. Pour un apport régulier en nutriments sans à-coup de croissance, l'utilisation d'un engrais azoté longue durée est avantageuse.

Comme pour les plantes en pot et les fleurs coupées en pleine terre, N est également le principal élément fertilisant utilisé pour la pépinière de plein champ. Les normes de fertilisation azotée pour les conifères et les arbustes sont présentées dans des tableaux 9 et 10. L'apport en macro-éléments P, K et Mg est ensuite déterminé de

manière à garder un équilibre par rapport à N. L'équilibre suivant est conseillé: N:P:K:Mg = 1,0:0,5:0,6:0,1 (Wegmüller et Gysi 1993). La fertilisation P, K, Mg doit être adaptée pour qu'à moyen terme une analyse de sol montre des réserves suffisantes.

Tableau 9. Besoins annuels en N pour les conifères en pépinière de pleine terre. N est l'élément principal et les autres macro-éléments P, K et Mg sont équilibrés par rapport à N¹.

Saison	Conifères	
	<i>Picea</i> (Epicéa)	<i>Abies</i> (Sapin)
	Besoins en N kg N/ha	Besoins en N kg N/ha
1 ^{re} –2 ^e	15–20	25–40
3 ^e –5 ^e	20–40	40–60
dès la 6 ^e	40–60	60–80

¹ N:P:K:Mg = 1,0:0,15:0,6:0,1 ou N:P₂O₅:K₂O:Mg = 1,0:0,34:0,73:0,1; Wegmüller et al. 2012.

Tableau 10. Besoins annuels en N pour les arbustes en pépinière de pleine terre. N est l'élément principal et les autres macro-éléments P, K et Mg sont équilibrés par rapport à N¹.

Croissance en masse fraîche (sans les feuilles)	Arbustes ²		
	Besoins en N kg N/ha		
	4–8 t/ha (densité faible)	6–12 t/ha (densité moyenne)	10–20 t/ha (densité élevée)
1 ^{re} –2 ^e saison	30–40	40–60	60–80
3 ^e –5 ^e saison	40–60	60–80	80–100
À partir de la 6 ^e saison	60–80	80–120	100–140

¹ N:P:K:Mg = 1,0:0,15:0,6:0,1 ou N:P₂O₅:K₂O:Mg = 1,0:0,34:0,73:0,1; Wegmüller et Gysi 1993; Wegmüller et al. 2012.

² Pas de fertilisation azotée l'année de plantation, mais pour P-K-Mg considérer la fertilisation de base.

6. Bibliographie

- Carlen C. & Ançay A., 2017. 14/ Principes de fertilisation des cultures de baies. In: Principes de fertilisation des cultures agricoles en Suisse (PRIF; Ed. S. Sinaj & W. Richner). Recherche Agronomique Suisse 8 (6), publication spéciale, 14/1–14/12.
- Gysi C., v. Allmen F., Heller W., Poffet J. & Wegmüller H. P., 1995. Substratuntersuchung für den Zierpflanzenbau. Flugschrift 113, Eidgenössische Forschungsanstalt für Obst-, Wein-, und Gartenbau, Wädenswil, 11 p.
- Jentzsch M. & Thalk J., 2007. Production von Freiland-schnittblumen. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, 184 p.
- Pivot D., Gilli C. & Carlen C., 2005. Données de base pour la fumure des cultures de légumes, de fleurs et de fraises sur substrat. Revue suisse de Viticulture, Arboriculture et Horticulture 34 (4), 3–8.

- Röber R. & Schacht H., 2008. Pflanzenernährung im Gartenbau. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, 444 p.
- Scharpf H. C., 1989. Pflanzenernährung im Zierpflanzenbau – wohin geht die Entwicklung? In: Düngen im Zierpflanzenbau. Lehr und Versuchsanstalt für Gartenbau Hannover Ahlem. Verlag Bernhard Thalacker, Braunschweig, 7–16.
- Wartenberg S., 2008. Düngungsrichtlinien Zierpflanzenbau. Schriftenreihe des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Heft 20, 120 p.
- Wegmüller H. P. & Gysi C., 1993. Düngung in der Freilandbaumschule. Flugschrift 131, Eidgenössische Forschungsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau, Wädenswil, 23 p.
- Wegmüller H. P., Heckly C., Oester P. & Frühhaber P., 2012. Das Wichtigste zur Düngung. Hauert HGB Dünger AG (Hrsg.), Grossaffoltern, 7. Auflage, 99 p.

7. Liste des tableaux

Tableau 1. Normes fertilisation pour les principales espèces de plantes en pot. N est l'élément principal et les autres macro-éléments P, K et Mg sont équilibrés par rapport à N.	16/4
Tableau 2. Normes de fertilisation pour arbres en container. N est l'élément principal; l'apport des autres macro-éléments P, K et Mg se fait selon un équilibre par rapport à N.	16/5
Tableau 3. Eléments fertilisants solubles dans l'eau par litre de substrat selon la méthode d'extraction en volume 1:1,5. Le niveau de base correspond au niveau de conservation pendant la durée de culture.	16/6
Tableau 4. Tolérance à la salinité, ajustement de l'électroconductivité (EC) de la solution nutritive pour une fertilisation liquide (fertilisation complémentaire ou fertigation) et plage optimale dans le substrat pour diverses espèces de plantes.	16/6
Tableau 5. Compositions des solutions nutritives pour les plantes en pot et fleurs coupées sur substrat organique en système fermé (SF) et en système ouvert (SO).	16/6
Tableau 6. Concentrations optimales en éléments minéraux des solutions de l'environnement des racines dans les substrats en cultures de plantes en pot et fleurs coupées.	16/8
Tableau 7. Besoins en N pour les cultures annuelles de fleurs coupées en pleine terre. N est l'élément principal et les autres macro-éléments P, K et Mg sont équilibrés par rapport à N, avec une adaptation de la fertilisation azotée selon les expériences faites en Suisse.	16/8
Tableau 8. Besoins en N des plantes vivaces cultivées en pleine terre pour la fleur coupée. N est l'élément principal et les autres macro-éléments P, K et Mg sont équilibrés par rapport à N.	16/9
Tableau 9. Besoins annuels en N pour les conifères en pépinière de pleine terre. N est l'élément principal et les autres macro-éléments P, K et Mg sont équilibrés par rapport à N.	16/10
Tableau 10. Besoins annuels en N pour les arbustes en pépinière de pleine terre. N est l'élément principal et les autres macro-éléments P, K et Mg sont équilibrés par rapport à N.	16/10

8. Liste des figures

Figure 1. Primevères (<i>Primula acaulis</i>) cultivées en pot.	16/3
Figure 2. L'étoile de Noël, une plante en pot importante (<i>Poinsettia</i> , <i>Euphorbia pulcherrima</i>).	16/3
Figure 3. Calluna (<i>Calluna vulgaris</i>) cultivée en pot.	16/3
Figure 4. Dans un récipient, faire une marque à 200 ml et une à 300 ml pour déterminer le pH et l'EC d'un substrat.	16/5
Figure 5. Gerbera pour la fleur coupée, cultivé sur substrat en serre.	16/7
Figure 6. Marguerite (<i>Leucanthemum vulgare</i>) pour la fleur coupée cultivée en pleine terre.	16/7

