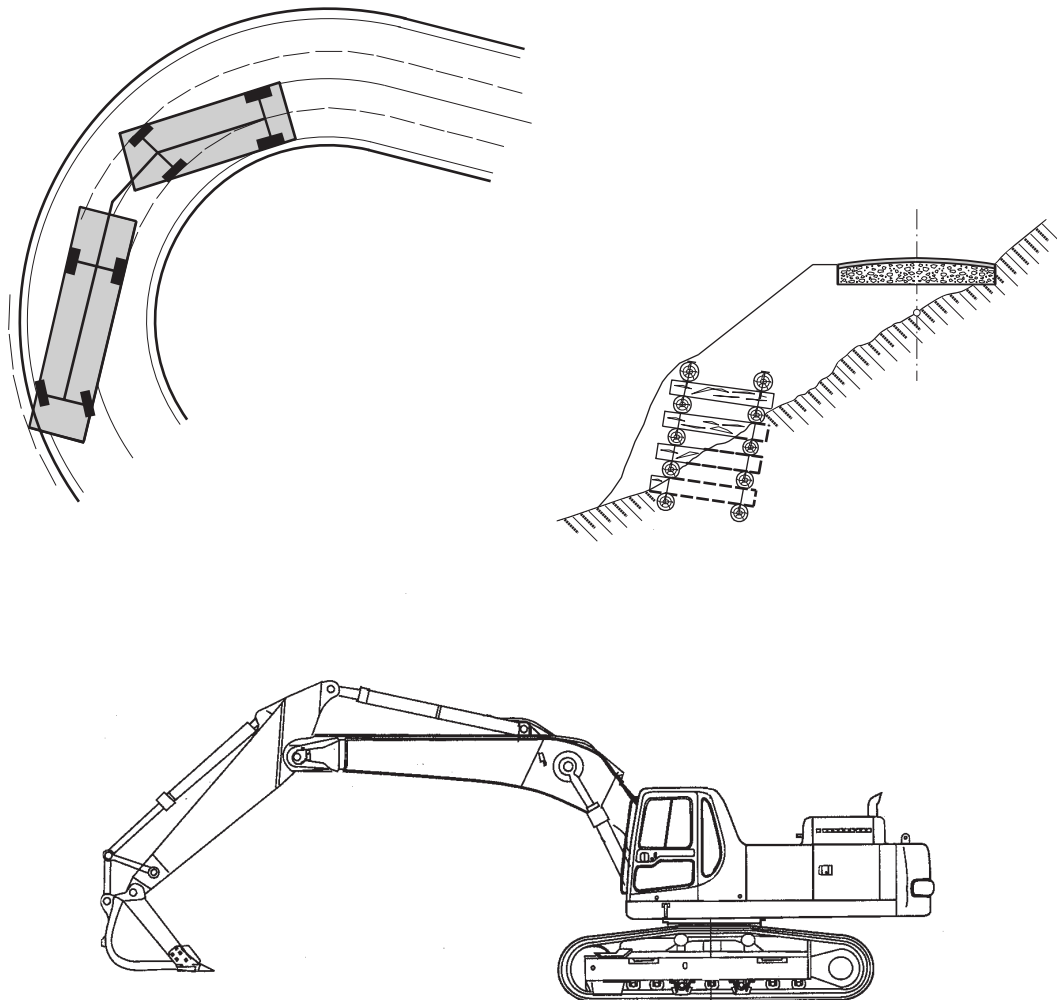


Ecole polytechnique fédérale de Zurich
Chaire de génie forestier

Dr. E. Burlet

CONSTRUCTION DES ROUTES FORESTIERES



Dessertes forestières et impacts environnementaux
Pontarlier, 1^{er} juin 1999

1. Etude du projet de détail de routes forestières

Tâches principales du projet de détail de routes forestières:

- détermination du tracé en plan de la route
- détermination du tracé du profil en long
- configuration du corps de la chaussée dans les profils en travers

Opérations dans le terrain:

- piquetage du tracé de pente de la route
- piquetage d'un tracé polygonale
- levé du tracé polygonale
- piquetage de l'axe de la route
- levé de l'axe de la route et des profils en travers pour chaque point de l'axe

Etude au bureau:

élaboration du projet au moyen d'un programme informatique

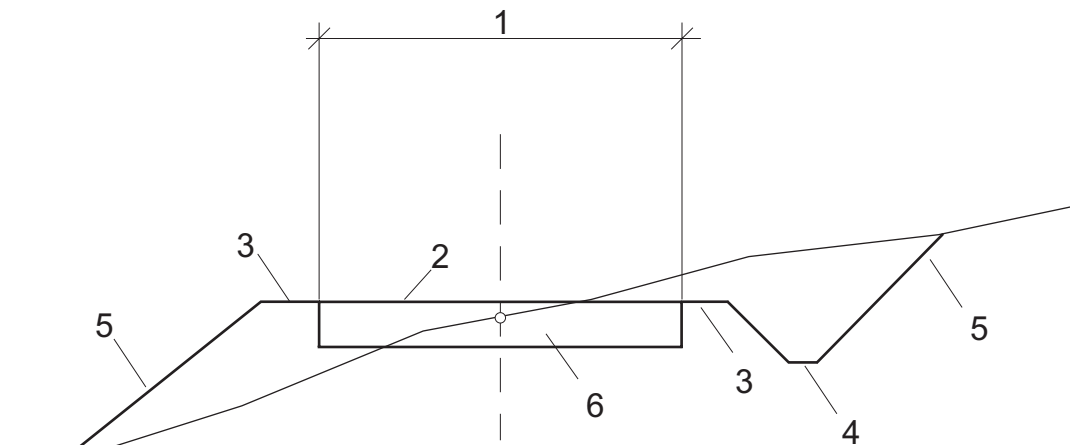
Dossier du projet:

- plan des profils types
- plan de situation du projet
- plan du profil en long
- plan des profils en travers
- plan du mouvement des terres
- rapport technique
- devis

2. Eléments du profil en travers de la route

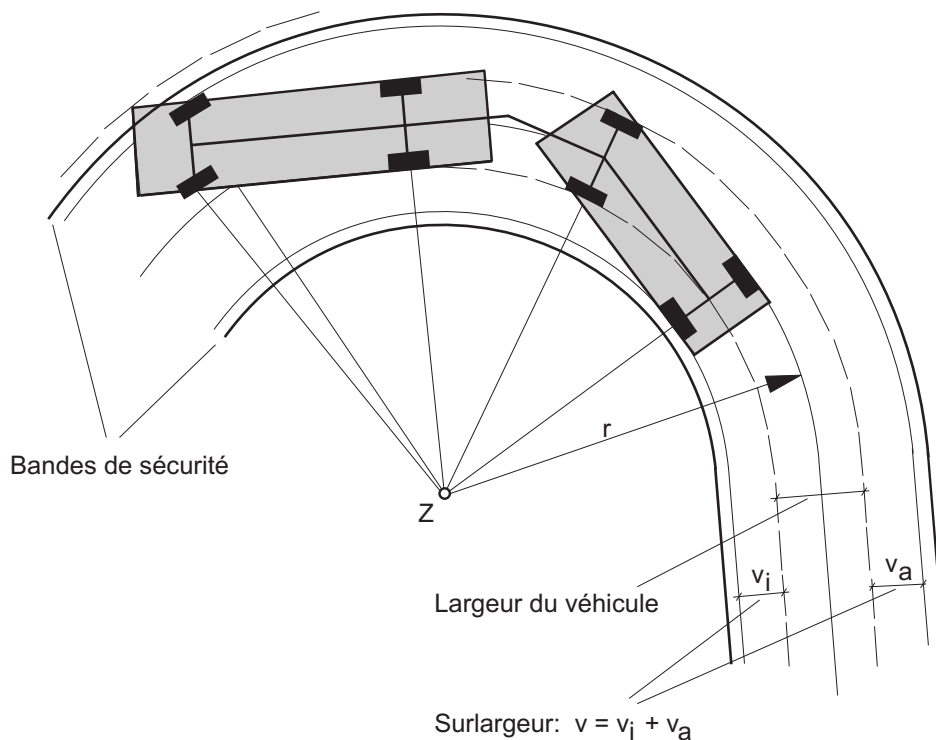
Elements du profil en travers:

- | | |
|---------------------------|------------------------|
| 1 Chaussée: | largeur |
| 2 Surface de la chaussée: | forme |
| 3 Accotements: | largeur et aménagement |
| 4 Fossés: | aménagement |
| 5 Talus : | pente |
| 6 Superstructure | couches et épaisseur |

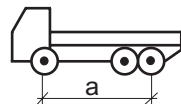


3.2 Surlargeur de la chaussée dans les courbes

Géométrie des véhicules dans une courbe



Surlargeur pour camions

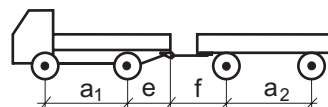


$$v = \frac{a^2}{2r}$$

pour $a = 5.3 \text{ m}$ ———>

$$v = \frac{14}{r}$$

Surlargeur pour trains routiers



$$v = \frac{a_1^2 + f^2 + a_2^2 - e^2}{2r}$$

pour $a_1 = 5.0 \text{ m}$

$f = 3.0 \text{ m}$

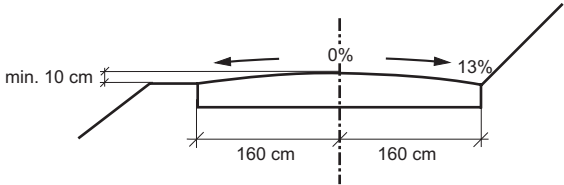
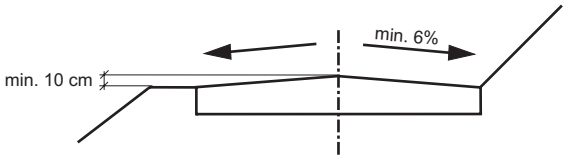
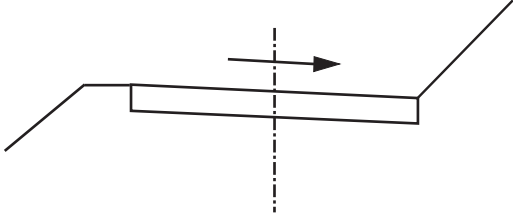
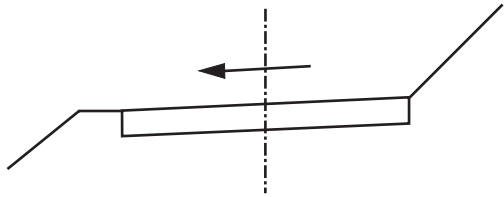
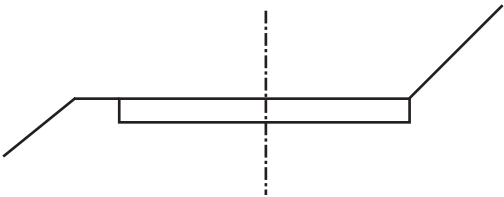
$a_2 = 5.0 \text{ m}$

$e = 2.5 \text{ m}$

—————>

$$v = \frac{26}{r}$$

3.3 Forme de la surface de la chaussée

<p>Chaussée à surface bombée</p>  <p>Chaussée à surface en forme de toit</p> 	<p>Avantages:</p> <ul style="list-style-type: none"> - les distances d'écoulement de l'eau sur la chaussée sont relativement courtes; - l'eau provenant des talus amont ne s'écoule pas sur la chaussée; - du point de vue de la forme de la chaussée, le danger de dérapage transversal des véhicules dans le cas d'une chaussée glissante est faible. <p>Désavantages:</p> <ul style="list-style-type: none"> - l'évacuation de l'eau qui s'écoule le long du bord amont de la chaussée nécessite l'aménagement d'aqueducs; - le déneigement est problématique. <p>Appréciation: bonne solution pour les routes en gravier</p>
<p>Chaussée à dévers unique vers l'amont</p> <p>route en gravier: min. 5% route avec revêtement: min. 3%</p> 	<p>Avantages:</p> <ul style="list-style-type: none"> - l'eau provenant de la chaussée ainsi que des talus amont ne s'écoule pas par-dessus les talus aval; - le danger d'accidents dans le cas d'une chaussée glissante est faible. <p>Désavantages:</p> <ul style="list-style-type: none"> - l'évacuation de l'eau qui s'écoule le long du bord amont de la chaussée nécessite l'aménagement d'aqueducs; - les distances d'écoulement de l'eau sur la chaussée sont relativement longues; - en particulier dans le cas de routes en gravier, il y a une tendance à la formation d'ornières. <p>Appréciation: bonne solution pour les routes avec revêtement.</p>
<p>Chaussée à dévers unique vers l'aval</p> <p>route en gravier: min. 5% route avec revêtement: min. 3%</p> 	<p>Avantages:</p> <ul style="list-style-type: none"> - l'aménagement d'aqueducs devient caduc. <p>Désavantages:</p> <ul style="list-style-type: none"> - les distances d'écoulement de l'eau sur la chaussée sont relativement longues; - l'eau provenant de la chaussée ainsi que des talus amont s'écoule par-dessus les talus aval; - en particulier dans le cas de routes en gravier, il y a une tendance à la formation d'ornières; - le danger d'accidents dans le cas d'une chaussée glissante ne doit pas être sous-estimé. <p>Appréciation: solution possible pour des routes à faible déclivité et dans un terrain relativement plat.</p>
<p>Chaussée horizontale</p> 	<p>Avantages:</p> <ul style="list-style-type: none"> - l'aménagement d'aqueducs devient caduc. <p>Désavantages:</p> <ul style="list-style-type: none"> - l'évacuation de l'eau de la surface de la chaussée nécessite l'aménagement de revers d'eau; - les distances d'écoulement de l'eau sur la chaussée sont relativement longues; - l'eau provenant de la chaussée ainsi que des talus amont s'écoule par-dessus les talus aval; - l'entretien de la chaussée avec des machines est problématique. <p>Appréciation: solution possible pour des routes en gravier et à trafic très faible.</p>

4. Accotements (banquettes)

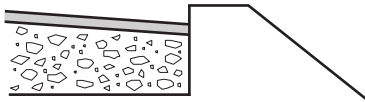
Fonction:

- assurer un contrebutage latéral suffisant de la superstructure, afin d'éviter une extrusion latérale de la superstructure par les véhicules lourds;
- améliorer le tracé optique de la route

Largeur:

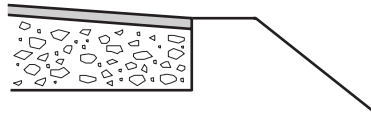
accotement de remblai :	50 - 100 cm
accotement de déblai :	0 - 50 cm

Accotement de remblai surélevé



- bonne perception optique du tracé de la route
- peu de risques de détérioration par les véhicules lourds
- aménagement de bouches d'écoulement nécessaire

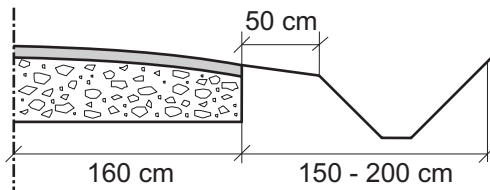
Accotement de remblai au niveau de la chaussée



- mauvaise perception optique du tracé de la route
- risques de détérioration par les véhicules lourds
- évacuation des eaux garantie sans bouches d'écoulement

5. Fossés

Fossé de forme trapézoïdale



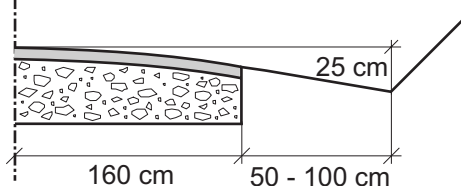
Avantages:

- très grande capacité d'écoulement
- pente du fossé non liée à celle de la route

Désavantages:

- déblai supplémentaire important en terrain à forte déclivité
- risques de détérioration par les véhicules lourds
- entrave à l'exploitation du bois

Caniveau non stabilisé



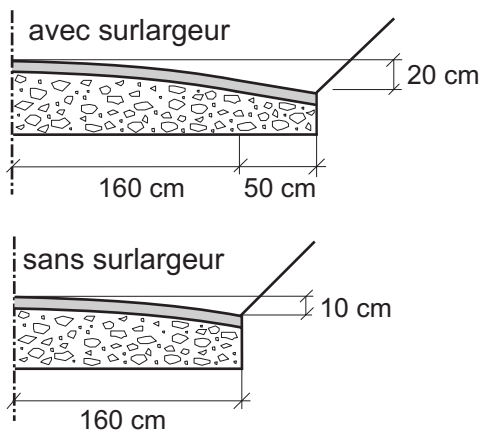
Avantages:

- grande capacité d'écoulement
- aucune entrave à l'exploitation du bois

Désavantages:

- déblai supplémentaire
- risques de détérioration par les véhicules lourds

Caniveau stabilisé



Avantages:

- aucun ou peu de déblai supplémentaire
- aucun risque de détérioration par les véhicules lourds
- aucune entrave à l'exploitation du bois

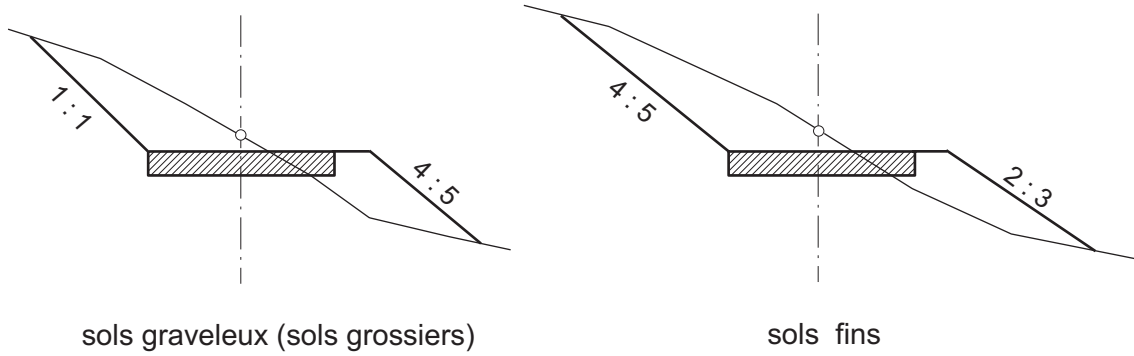
Désavantages:

- capacité d'écoulement réduite
- pente du fossé liée à celle de la route

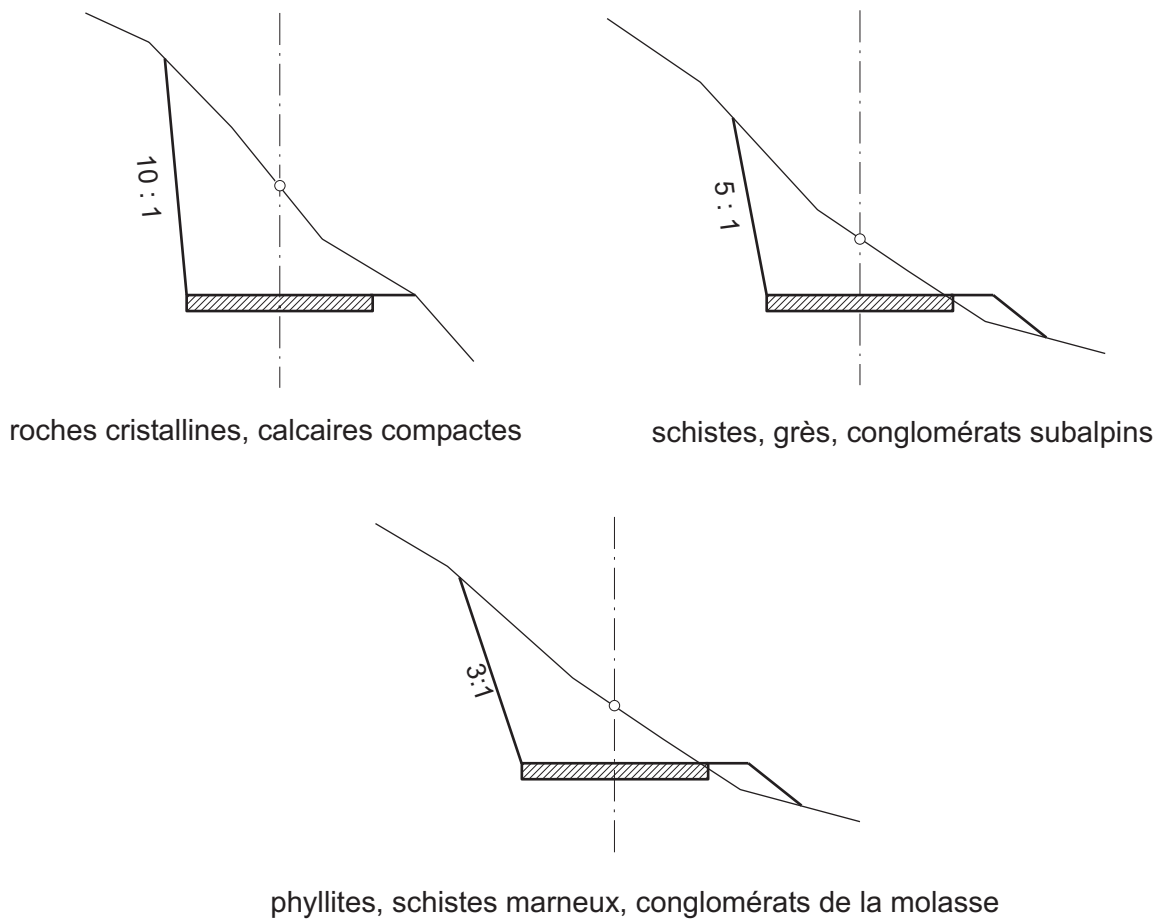
6. Talus

Talus de déblai: sol consolidé naturellement ———> pente plus élevée
Talus de remblai: sol remblayé ———> pente moins élevée

Terrain meuble



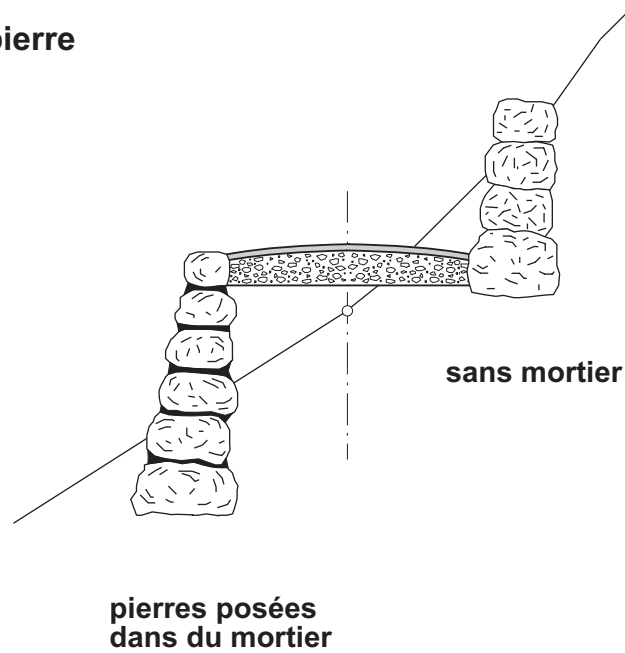
Roche



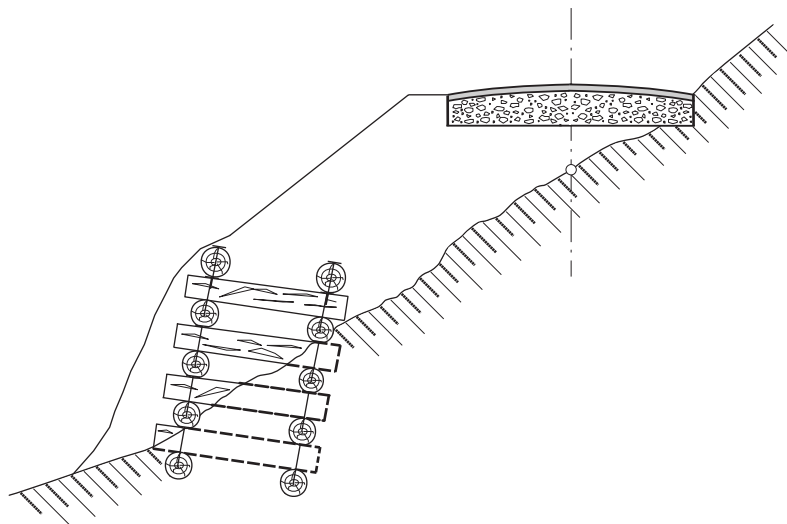
7. Ouvrages de soutènement

- Ouvrages de soutènement:
- murs en béton
 - murs en blocs de pierre (quartiers de pierre)
 - gabions
 - caissons en bois

Murs en blocs de pierre

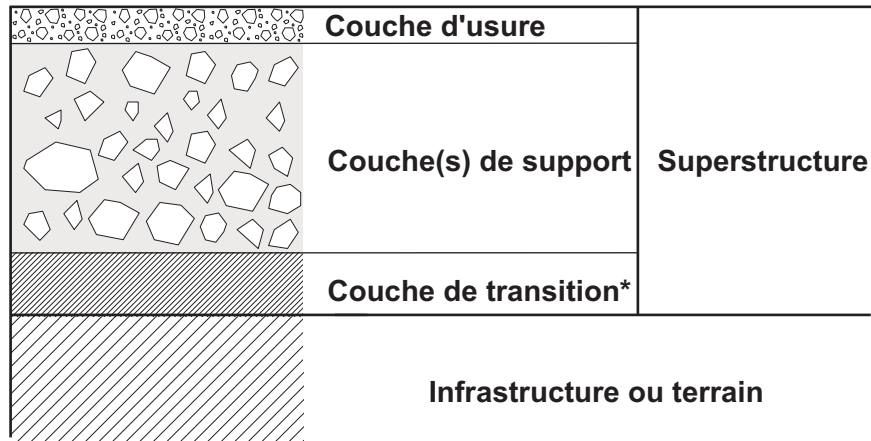


Caisson en bois



8. Superstructure

8.1 Couches de la superstructure



* seulement dans le cas de sols de mauvaise portance

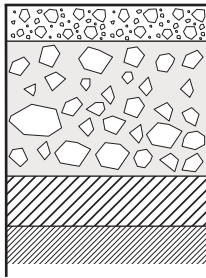
Fonctions des couches de la superstructure

Couche d'usure: - résister à l'action de l'eau de surface et aux contraintes des véhicules
 - protéger les couches inférieures contre l'action de l'eau de surface
 - garantir un confort approprié aux usagers de la route

Couche de support: - répartir les charges des véhicules

Couche de transition: - empêcher le mélange des matériaux de la couche de support avec le sol
 - rendre possible la mise en place de la couche de support

8.2 Superstructures des routes forestières



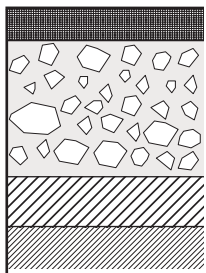
Couche d'usure en gravier

Grave

**évent.
stabilisation à la chaux
ou géotextile**

Superstructure la plus répandue en Suisse, c'est-à-dire superstructure de la grande majorité des routes forestières du Plateau suisse et du Jura ainsi que des routes forestières de moindre importance (routes de desserte) des autres régions de la Suisse

73.6 % du réseau de routes forestières

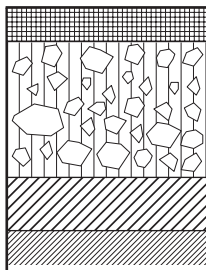


Revêtement bitumineux

Grave

**évent.
stabilisation à la chaux
ou géotextile**

Superstructure répandue dans les régions à fortes précipitations (Préalpes, Sud des Alpes) et pour des routes à forte pente en long

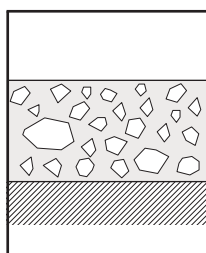


Revêtement bitumineux ou enduit superficiel

Grave stabilisée

**évent.
stabilisation à la chaux
ou géotextile**

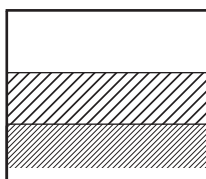
25.7 % du réseau de routes forestières



Dalle en béton

évent. grave

Superstructure surtout appliquée pour des routes forestières dans des plaines avec un sol de très mauvaise portance



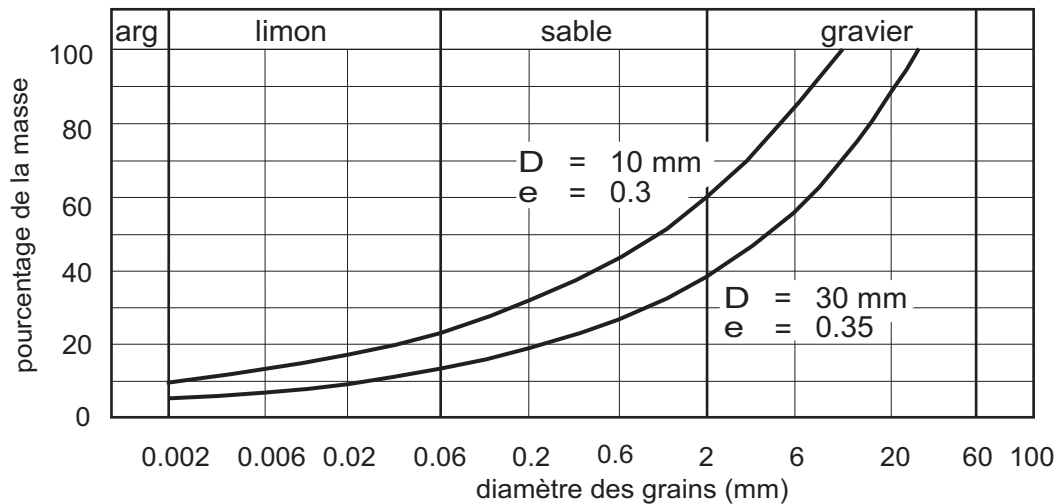
Dalle en béton

**évent.
stabilisation à la chaux**

0.7 % du réseau de routes forestières

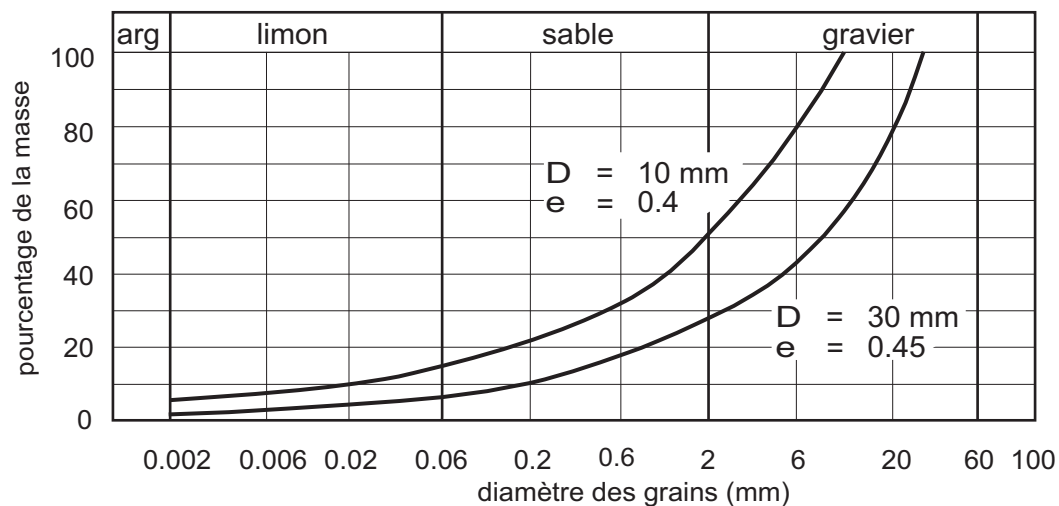
8.3 Matériaux pour la couche d'usure en gravier

Fuseau granulométrique de matériaux pour la couche d'usure en gravier à liant argileux



grain maximal: 20 - 25 mm
 teneur en fine à un diamètre de 0.06 mm: 13 - 23%
 forme des grains: anguleux
 épaisseur de la couche: 6 - 8 cm

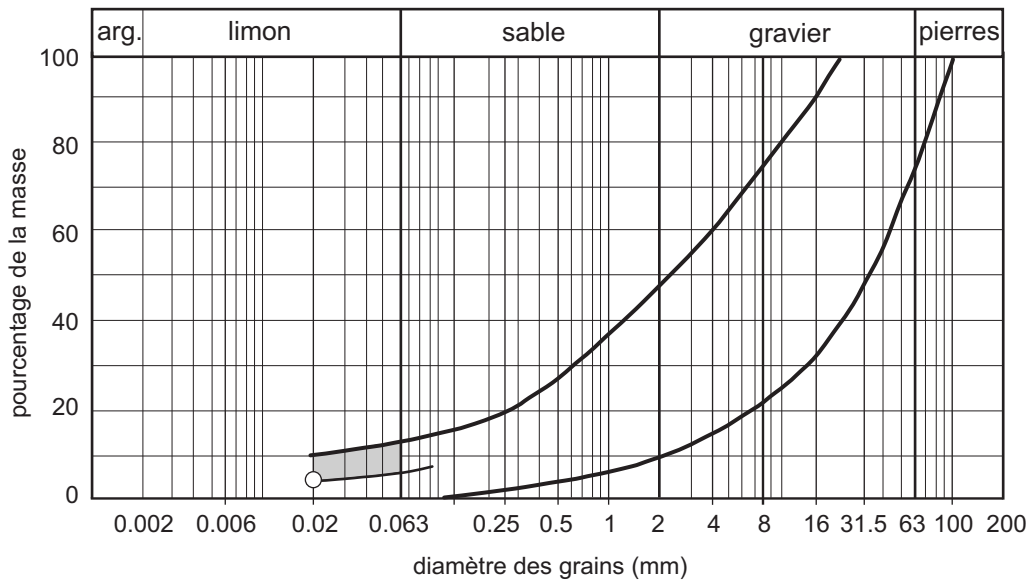
Fuseau granulométrique de matériaux pour la couche d'usure en gravier à liant calcaire



grain maximal: 20 - 25 mm
 teneur en fine à un diamètre de 0.06 mm: 8 - 15 %
 forme des grains: anguleux
 épaisseur de la couche: 6 - 8 cm

8.4 Graves pour la couche de support

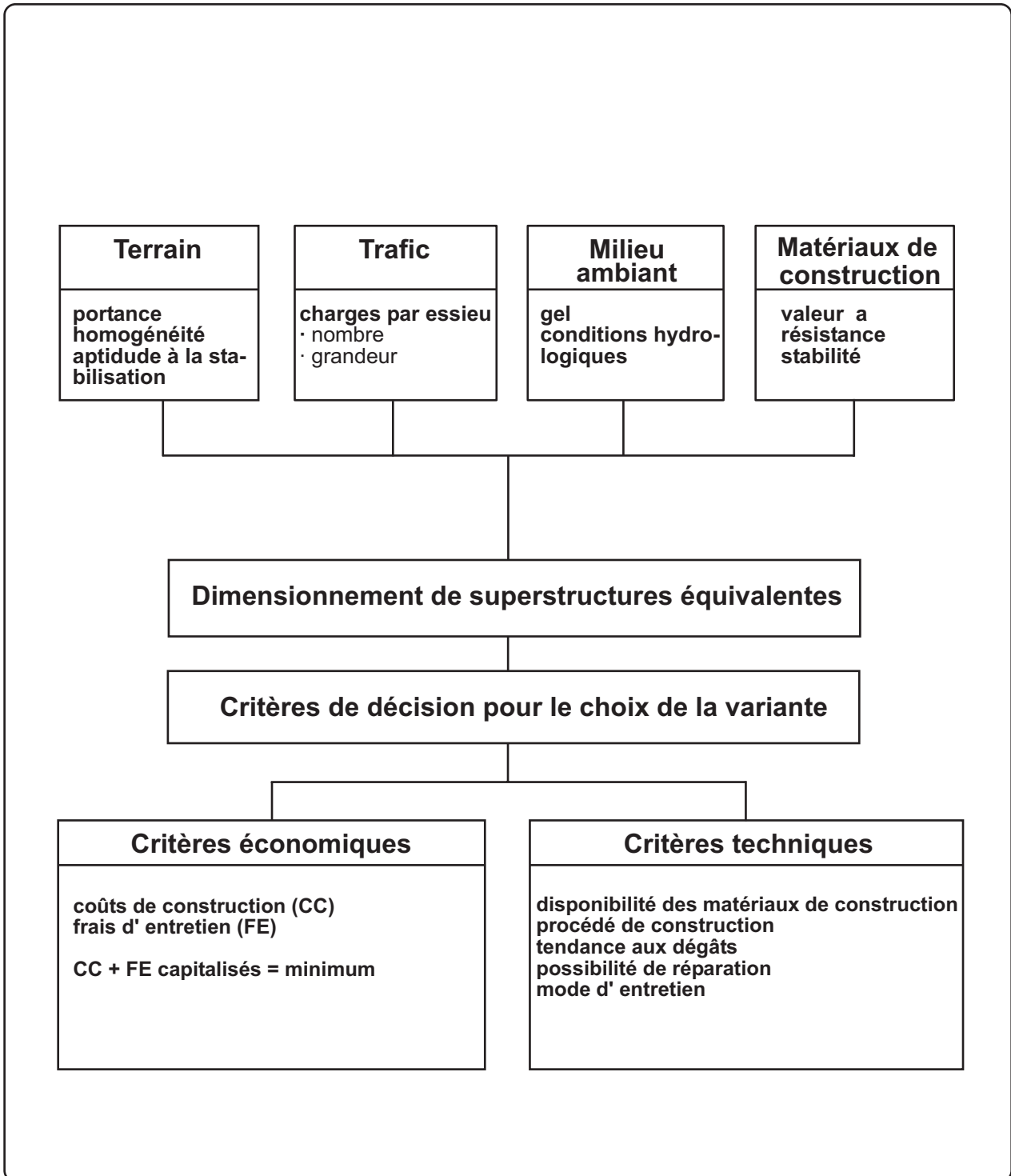
Fuseau granulométrique de graves pour la couche de support



- grain maximal: < 100 mm
- teneur en fine à un diamètre de 0.02 mm: < 5 % matériau non gélif
< 10 % matériau légèrement gélif
- épaisseur minimale de la couche: 20 cm

9. Dimensionnement de la superstructure

9.1 Schéma de dimensionnement de la superstructure

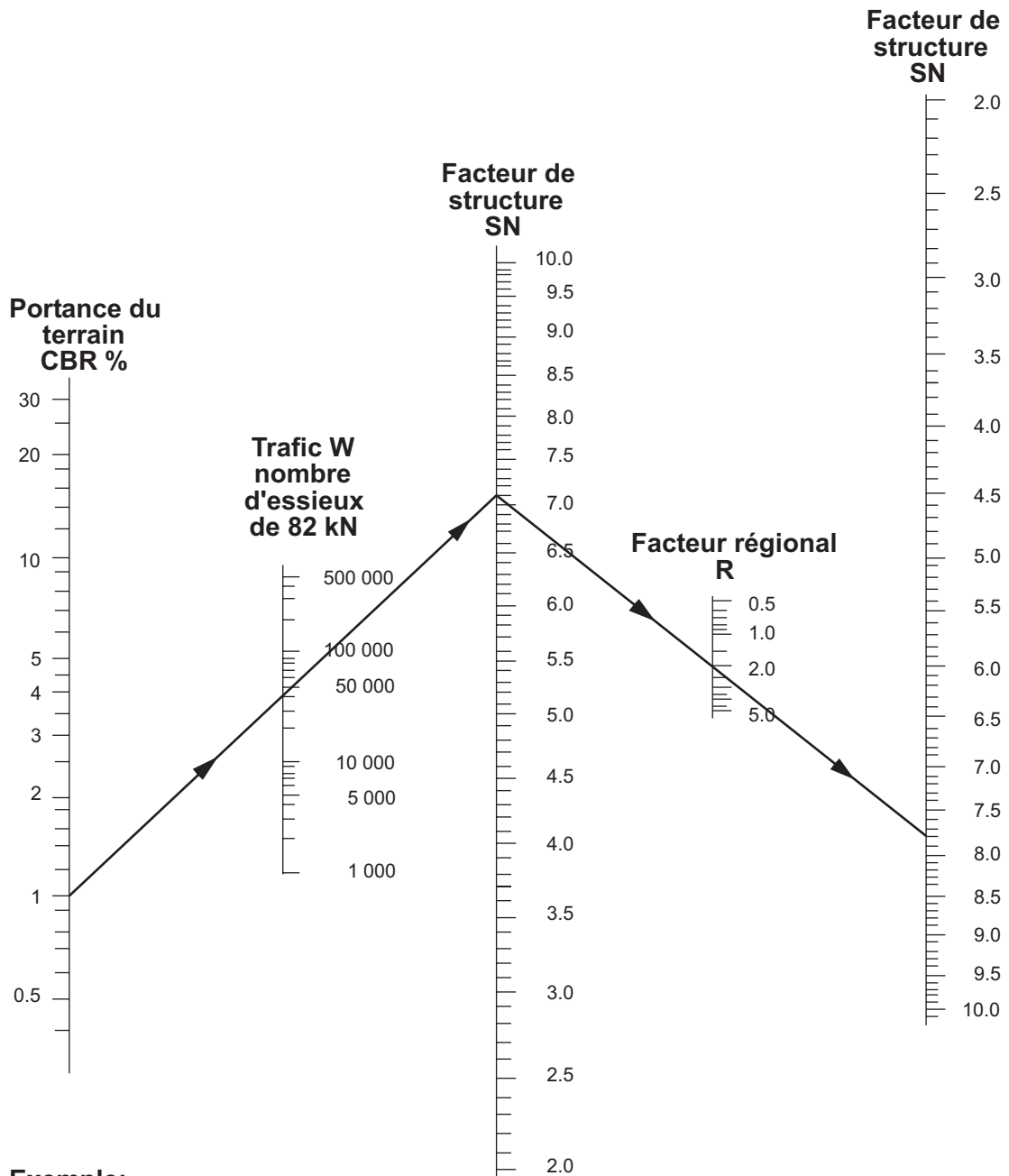


9.2 Nomogramme et formule de dimensionnement de la superstructure

$$SN_{\text{eff}} = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 + a_3 \cdot D_3$$

$$SN_{\text{eff}} \geq SN_{\text{néc}}$$

$$SN_{\text{néc}} = \frac{2.67 \cdot (W \cdot R)^{0.1068}}{10^{0.1647 \cdot \log \text{CBR} - 0.0655}} - 2.54$$



Exemple:

$$\left. \begin{array}{l} \text{CBR} = 1\% \\ W = 40'000 \\ R = 2.0 \end{array} \right\} SN_{\text{néc}} = 7.8$$

9.3 Portance du terrain

Sols	CBR%
Graviers sableux concassés	100 - 110
Graviers sableux à grains ronds	60 - 80
Graviers limoneux ou argileux	20 - 60
Sables limoneux ou argileux	5 - 10
Argiles de petite plasticité	1 - 5
Argiles de grande plasticité	0.5 - 3
Tourbe	0.2 - 1

9.4 Trafic

Type de routes forestières	Nombre d'essieux de 82 kN
Routes de desserte	
- longueur de la route inférieure à 1.5 km	5'000
- longueur de la route de 1.5 à 3 km	5'000 - 10'000
Routes collectrices	
- réseau de 3 à 6 km de routes	10'000 - 20'000
- réseau de 6 à 12 km de routes	20'000 - 40'000
- réseau de 12 à 18 km de routes	40'000 - 80'000
Routes de liaison	100'000 - 200'000

9.5 Milieu ambiant (facteur régional)

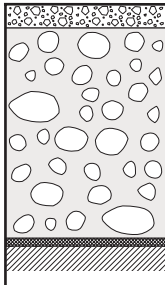
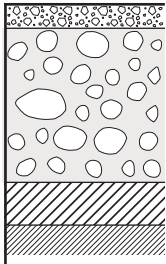
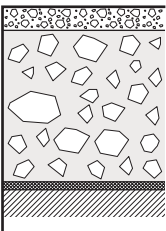
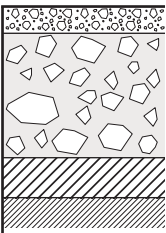
Facteur régional R en Suisse

Milieu ambiant favorable altitude de moins de 400 m	R = 1.0
Milieu ambiant favorable altitude de 400 à 800 m	R = 1.5
Milieu ambiant favorable altitude de plus de 800 m	R = 2.0

9.6 Matériaux de construction

Matériaux de construction	Coefficient de portance a
Revêtements bitumineux	
Revêtement bitumineux de haute stabilité	0.40
Revêtement bitumineux de moyenne stabilité	0.30
Graves	
Grave concassée	0.14
Grave ronde	0.11
Stabilisations	
Stabilisation aux liants hydrauliques	0.25
Stabilisation aux liants bitumineux	0.25
Stabilisation à la chaux	0.15
Matériaux de recyclage	
Granulat de béton	0.14
Granulat bitumineux	0.11
Granulat non trié	0.11
Mâchefer	0.11

9.7 Exemple d'un dimensionnement de la superstructure

Pente de la route	8%	}	→	couche d'usure en gravier à liant argileux ou calcaire	
Précipitations	moyennes				
Altitude	plus de 800 m	}	→	R = 2.0	} SN _{néc} = 7.8
Terrain	sol argileux fin			CBR = 1%	
Trafic	route collectrice			40'000	
	réseau de 10 km de routes				
Epaisseur Coefficient a SN_{eff}					
Variante I					
	Couche d'usure en gravier	7 cm	—	—	—
	Grave ronde	70 cm	0.11	7.7	—
	Géotextile	—	—	—	—
		<u>77 cm</u>			<u>7.7</u>
Variante II					
	Couche d'usure en gravier	7 cm	—	—	—
	Grave ronde	55 cm	0.11	5.5	—
	Stabilisation à la chaux	15 cm	0.15	2.3	—
		<u>77 cm</u>			<u>7.8</u>
Variante III					
	Couche d'usure en gravier	7 cm	—	—	—
	Grave concassée	55 cm	0.14	7.7	—
	Géotextile	—	—	—	—
		<u>62 cm</u>			<u>7.7</u>
Variante IV					
	Couche d'usure en gravier	7 cm	—	—	—
	Grave concassée	40 cm	0.14	5.6	—
	Stabilisation à la chaux	15 cm	0.15	2.3	—
		<u>62 cm</u>			<u>7.9</u>