

ESQUISSE CARTOGRAPHIQUE DES ETATS DE
SURFACE DU BASSIN VERSANT DE BIDI
(YATENGA, BURKINA FASO)

Christian VALENTIN

1988

ORSTOM, B.P.V-51 ABIDJAN, CÔTE D'IVOIRE

ESQUISSE CARTOGRAPHIQUE DES ETATS DE SURFACE DU BASSIN VERSANT DE BIDI

(YATENGA, BURKINA FASO)

INTRODUCTION

Depuis 1981, des hydrologues et des pédologues de l'ORSTOM ont entrepris l'élaboration d'une méthode simple de terrain, applicable à la zone sahélienne, qui permette d'évaluer les principaux paramètres de production de ruissellement. De très nombreuses mesures de terrain effectuées sous simulation de pluie ont montré que les caractères d'état de surface : type de croûte, couvert végétal, rugosité, activité faunique,...., suffisent à prévoir, avec une précision satisfaisante, ces paramètres hydrologiques.

Ces résultats ont conduit CASENAVE et VALENTIN (1988) à établir une typologie qui cherche à concilier les approches naturaliste et statistique. C'est ainsi que les critères morphologiques de terrain permettent de pondérer des équations dont on sait tout le danger qu'il y aurait à les appliquer de manière aveugle. Cette typologie concerne les *surfaces élémentaires*. Celles-ci désignent, à un instant donné, un ensemble homogène constitué par les éléments du milieu suivants :

- le couvert végétal
- la surface du sol,
- les organisations pédologiques superficielles qui ont subi des transformations, sous l'effet des facteurs météorologiques, fauniques ou anthropiques".

Généralement, ces surfaces ne peuvent pas être représentées cartographiquement. Il est alors nécessaire de faire appel au concept d'*état de surface*. Il s'agit :

- d'une seule surface élémentaire,
- de la juxtaposition de plusieurs,
- ou d'un système de surfaces élémentaires, c'est-à-dire un ensemble au sein duquel jouent des interactions.

Le bassin de Bidi se situe au nord du Yatenga, dans une région fortement peuplée, soumise depuis quelques années à une sécheresse marquée et à une évolution rapide des systèmes de production. Il fait l'objet de nombreuses études menées par une équipe pluridisciplinaire. L'objet de ce rapport est de présenter succinctement l'esquisse cartographique qui a été dressée des états de surface de ce bassin de près de 150 km². Cette étude devrait faciliter l'interprétation des résultats hydrologiques acquis à plusieurs échelles. Elle s'appuie sur les observations de terrain réalisées en juin 1985 et février 1987, et sur l'interprétation des photographies aériennes à 1/50.000 de 1984 (Institut de Géographie du Burkina Faso).

1. LES UNITES CARTOGRAPHIQUES

Les milieux auxquels les unités cartographiques font référence ont été présentés en détail par ailleurs (SERPANTIE, TEZENAS DU MONTCEL et VALENTIN, 1988). Dans la mesure du possible, nous avons tenté de faire apparaître pour chaque unité deux stades :

- L' état considéré comme "normal" ou "peu dégradé". Le couvert végétal ne présente par un taux de mortalité "alarmant" et les traces d'érosion restent discrètes.
- L'état "dégradé" ou "très dégradé". Le couvert végétal a payé un lourd tribut à la sécheresse, au surpâturage, à la mise en culture dans des conditions marginales. Les horizons superficiels ont été soumis à une érosion hydro-éolienne marquée qui se traduit par l'affleurement des horizons B, l'apparition de microbuttes sableuses, de rigoles, voire de ravineaux.

Le pourcentage de surface occupée par chaque unité est donné au pourcent près. Sans doute, cette précision est excessive eu égard aux difficultés de photointerprétation rencontrées pour certaines unités.

UNITE 1 : BOWE (2%).

Un bowal correspond à une surface cuirassée, plane, souvent endoréique. Les sols peu épais présentent fréquemment des caractères d'hydromorphie. La végétation est constituée d'une savane herbeuse. Les surfaces élémentaires (Tableau 1) comprennent des surfaces de décantation (DEC1, DEC2), des surfaces encroûtées gravillonnaires (G1), des surfaces de dessiccation (DES1, DES1) et des surfaces d'érosion (ER01). Les bowé se localisent surtout au nord-est du territoire agropastoral de Bidi mais ne sont que peu représentés sur le bassin.

UNITE 1' : BOWE DEGRADES (1%).

La dégradation du milieu précédent se traduit par la disparition de l'horizon meuble superficiel et la mise à l'affleurement de l'horizon gravillonnaire, rapidement encroûté (G1). Subsistent çà et là des surfaces de dessiccation et d'érosion auxquelles s'ajoutent des surfaces de type structural.

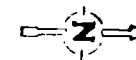
UNITE 2 : Savane arbustive dense (8%).











Cette formation occupe les hauts de versants cuirassés. Elle se caractérise par des fourrés denses et un faible encroûtement (prédominance des surfaces de dessiccation, DES1). Sur les photographies aériennes, elle s'identifie aisément par une ponctuation blanche sur fond noir. Ces taches, dont elle tire parfois le nom de "brousse tachetée", correspondent à des termitières plus ou moins érodées.

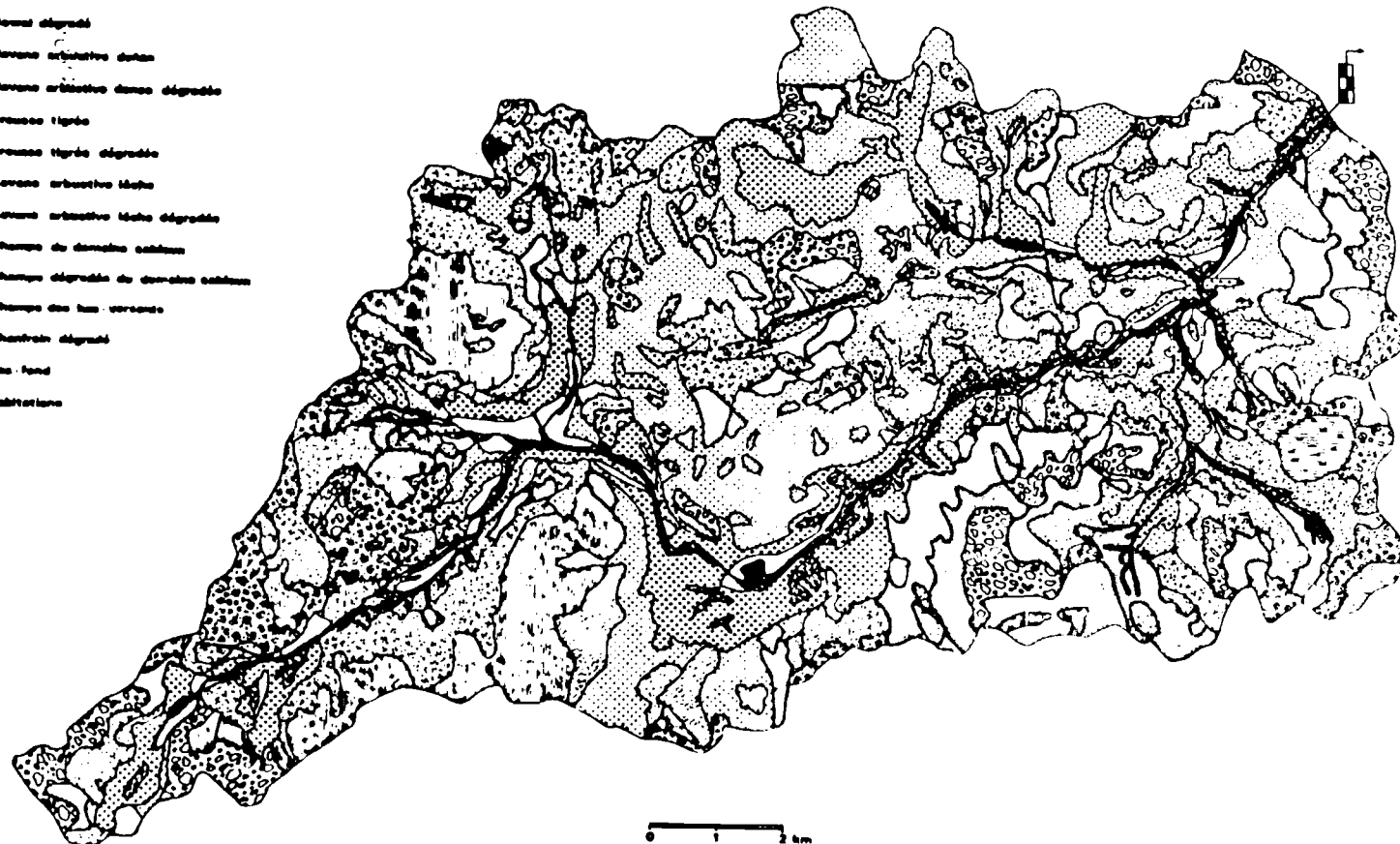
UNITE 2' : Savane arbustive dense dégradée (9%).

La savane arbustive dense est celle qui a le plus souffert de l'évolution récente des états de surface. Les faibles réserves hydriques des sols squelettiques abaissent les seuils du surpâturage. Par ailleurs, cette "brousse", normalement zone de parcours, a par endroits été mise en

ESQUISSE CARTOGRAPHIQUE DES ETATS DE SURFACE
DU BASSIN VERSANT DE BILFI (BURKINA FASO)



-  Savant
-  Savant dégradé
-  Savane arborescente dense
-  Savane arborescente dense dégradée
-  Savane tigrée
-  Savane tigrée dégradée
-  Savane arborescente faible
-  Savane arborescente faible dégradée
-  Champs de céréales sèches
-  Champs dégradés de céréales sèches
-  Champs des hautes terres
-  Champs dégradés
-  Bas-fond
-  Habitations



0 1 2 km

culture. Cette extension des surfaces cultivées constitue, en effet, une des stratégies adoptées face à la sécheresse. Ces défrichements ont accéléré l'érosion des horizons superficiels, très peu épais. Il en résulte une forte extension des surfaces gravillonnaires encroûtées (G1).

UNITE 3 : BROUSSE TIGREE (9%).

Très facilement identifiables sur les photographies aériennes, cette formation constituée de l'alternance de fourrés et de bandes nues présentent, sensiblement pour moitié, des surfaces non ou faiblement encroûtées (DES1, DES2, ST22) et des surfaces, au contraire, très encroûtées (ERO1, G1 et DEC1).

UNITE 3' : BROUSSE TIGREE DEGRADEE (3 %).

Bien que résistant assez bien à la sécheresse, du fait de son système d'autorégulation, ce système d'états de surface a souffert, par endroits, du surpâturage. Y prédominent alors les surfaces fortement encroûtées (ERO1, G1).

UNITE 4 : SAVANE ARBUSTIVE LACHE (19%).

Située généralement à l'aval des unités précédentes, cette formation végétale correspond généralement à des sols légèrement plus épais, à horizons superficiels sableux. La couverture discontinue présente une part non négligeable de surface d'érosion (ERO1); mais les surfaces peu ou faiblement encroûtées (DES1) y prédominent. Cette unité comprend certaines vieilles jachères (évolution de l'unité 5 après l'abandon des cultures).

UNITE 4' : SAVANE ARBUSTIVE LACHE DEGRADEE (6%).

Soumis à une surexploitation, la savane arbustive lâche voit son couvert arbustif quasi disparaître tandis que la surface du sol s'encroûte fortement (ERO1 et G1) et subit une érosion hydro-éolienne marquée.

UNITE 5 : CHAMPS DU DOMAINE SABLEUX (19%).

Les champs de mil, implantés là où l'ensablement devient suffisamment épais, présentent généralement un encroûtement modéré mais non négligeable (prédominance de C1).

UNITE 5' : CHAMPS DEGRADES DES MILIEUX SABLEUX (5%).

A l'aval d'impluviums eux-mêmes souvent dégradés, les champs de mil bénéficient d'une suralimentation hydrique qui peut s'avérer dangereuse pour la conservation des terres lorsque le ruissellement n'est pas contrôlé. Alors, les taches nues encroûtées (ERO2) tendent à s'étendre et à s'anastomoser. La concentration du ruissellement qui en résulte favorise l'apparition de l'érosion linéaire. Celle-ci parvient, là où le recouvrement sableux était peu épais, à décaper les horizons superficiels et à faire affleurer les horizons gravillonnaires.

UNITE 6 : CHAMPS DES BAS-VERSANTS (13%).

En bas des versants, les sols présentent généralement une texture plus lourde et des traces d'hydromorphie à plus ou moins grande profondeur, liée à l'action d'une nappe. Dans un tel milieu, c'est la culture du sorgho qui prédomine. Cette unité comprend également les jachères récentes à *Piliostigma reticulatum*. Malgré sa texture, cette unité n'est que modérément encroûtée (Tableau 1).

UNITE 7 : LES CHANFREINS DEGRADES (2 %).

Le chanfrein correspond à la facette topographique qui relie le bas-versant au bas-fond par une courte pente convexe. Lieu de passage, ce milieu est souvent soumis à une dégradation marquée qui se traduit par la quasi-disparition de son couvert arboré (*Balanites aegyptiaca* est l'un des seuls arbres à supporter une telle aridité édaphique). Les horizons superficiels sont décapés par l'érosion hydrique, faisant apparaître les horizons B très encroûtés. L'érosion en nappe se décèle aux nombreuses micromarches, l'érosion linéaires aux rigoles et ravineaux. Non dégradé, ce milieu ne se distingue pas de l'unité 4.

UNITE 8 : LES BAS-FONDS (4%).

D'amont en aval, cette unité cartographique présente une forte hétérogénéité: les bas-fonds peuvent être encaissés ou larges, sableux ou argileux. Leur végétation de régions plus humides contraste fortement avec celle des versants. C'est le domaine des cultures irriguées, des jardins maraîchers, des vergers. Si certaines surfaces ont été testées par ailleurs sous simulation de pluies, comme les surfaces de décantation de l'aval, d'autres n'ont pas été prises en compte lors de l'élaboration de la typologie des états de surface, comme les cultures en planches, par exemple. En conséquence cette unité ne figure pas dans le tableau 1. Pour une évaluation plus rigoureuse des paramètres de ruissellement, une prospection plus détaillée s'impose. Elle doit être associée aux nombreuses observations réalisées en saison des pluies par les divers intervenants du programme.

2. LES SURFACES ELEMENTAIRES

Le tableau 1 présente les pourcentages de surfaces élémentaires des différentes unités cartographiques, l'unité 8 exceptée.

TABLEAU 1 : Pourcentages de surfaces élémentaires par unité cartographique.

SURFACES ELEMENTAIRES												
UNITES	C11	DES1	DES2	DES3	ST21	ST22	ST31	DEC1	DEC2	ERO1	ERO2	G1
1	0	35	0	0	0	0	0	10	20	15	0	20
1'	0	2	5	0	3	0	0	15	5	20	0	50
2	0	40	0	0	10	20	0	5	10	5	0	10
2'	0	3	5	0	5	0	0	0	2	10	0	5
3	0	35	5	0	0	15	0	3	2	25	0	15
3'	0	2	10	0	3	0	0	10	5	40	0	30
4	0	45	0	0	5	0	0	5	20	20	0	5
4'	0	5	10	0	5	0	10	0	5	45	0	0
5	75	5	0	0	2	0	0	0	8	0	10	0
5'	0	3	20	5	5	0	0	0	2	0	50	15
6	70	2	3	0	0	0	0	5	0	15	0	5
7	0	2	3	0	5	0	3	0	0	80	0	7

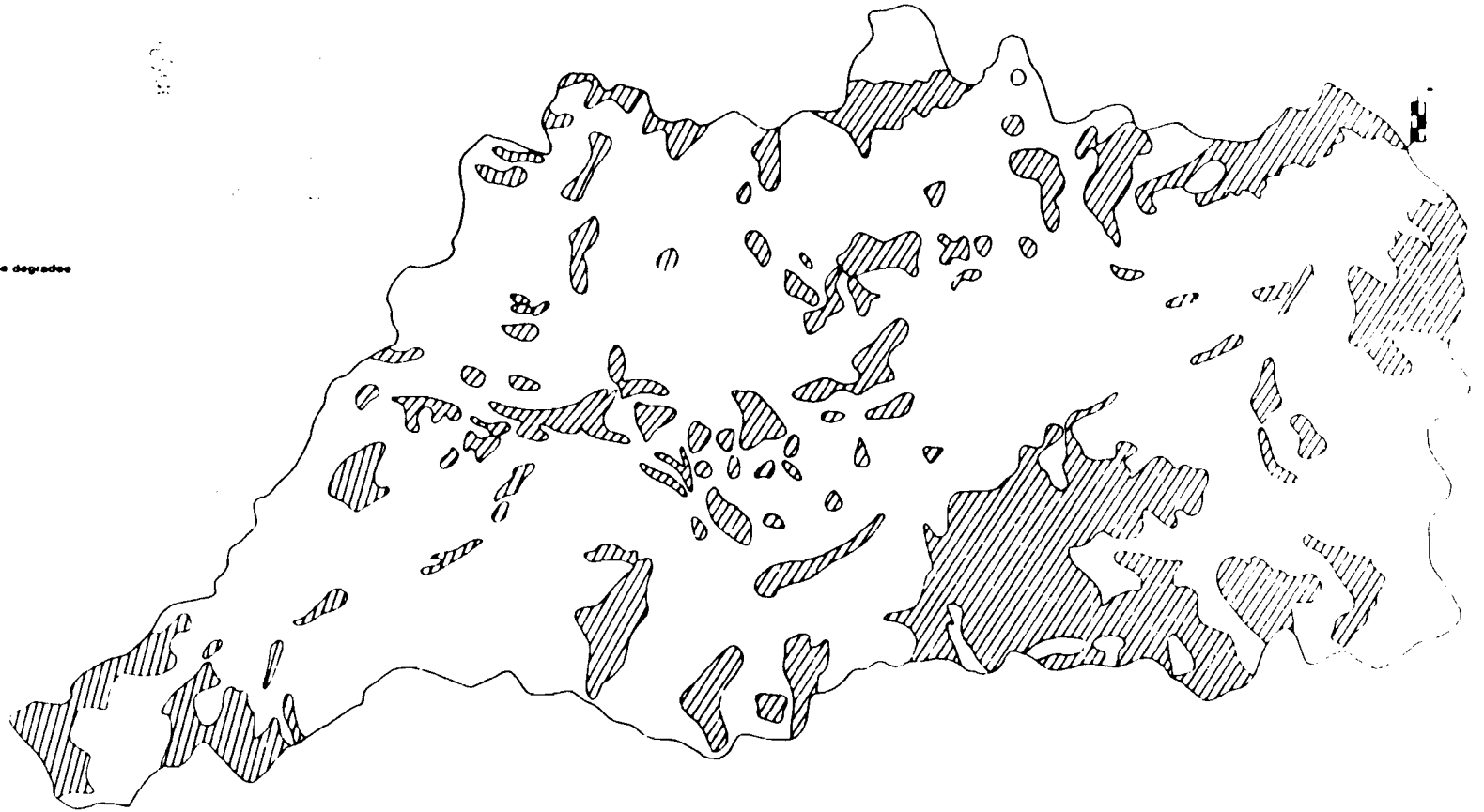
TABLEAU 2 : Pourcentages de dégradation des unités cartographiques

	UNITES CARTOGRAPHIQUES				
	1	2	3	4	5
Pourcentages de dégradation	31	53	26	25	21

LOCALISATION DES ZONES DEGRADEES (BIDI)



Zone degradée



0 1 2 km

3. L'EVOLUTION DES ETATS DE SURFACE

La carte 2 fait apparaître les zones dégradées du bassin. Elles se localisent principalement sur les sols squelettiques de haut de versant, à faible réserve hydrique, et dans les zones situées à proximité des villages, des campements et des voies de communication.

Le tableau 2 présente pour les cinq premières unités les pourcentages de dégradation. Il fait apparaître que ce sont les unités des facettes hautes du paysage qui ont subi les dégradations les plus sévères. Comme celle-ci se traduit par une augmentation sensible de la production de ruissellement, on conçoit dès lors l'enjeu des aménagements des terres cultivées à l'aval : il s'agit de profiter de cette suralimentation hydrique tout limitant les risques d'érosion.

Ces observations corroborent celles effectuées dans les régions plus sèches, dans le Ferlo sénégalais notamment (CASENAVE et VALENTIN, 1988) : le *domaine cuirassé* des zones arides s'avère le plus fragile dès lors qu'il est confronté à une diminution pluviométrique et à des exploitations pastorale, voire agricole, inadaptées. En revanche, le *domaine sableux*, en dépit de ses risques d'encroûtement et d'érosion hydroéolienne offre non seulement une plus grande résistance mais aussi de meilleures possibilités de régénération.

CONCLUSION

En dépit de l'évolution de ses états de surfaces, le bassin de Bidi ne se range probablement pas parmi les plus productifs de ruissellement. En effet, plusieurs mécanismes viennent pondérer la réduction de l'infiltrabilité qu'entraîne la dégradation du couvert et de la surface du sol :

- Une part importante du ruissellement généré en haut de versant est absorbée par les formations sableuses situées à l'aval, au profit de la production de mil.
- Ce phénomène est bien sûr accentué par l'aménagement des champs à l'aide de cordons pierreux qui, en ralentissant le ruissellement, favorise l'infiltration.
- L'existence de mares reflète la dégradation du réseau hydrographique et un taux d'endoréisme non négligeable.
- Le bas-fond, en partie sableux, doit largement participer à l'alimentation d'une nappe assez vaste d'inféoflux, phénomène accentué par l'édification d'une digue filtrante à proximité de Gourga.
- La taille du bassin, bien supérieure à celle des petits bassins versants jusqu'ici étudiés, doit entraîner un abattement sensible des coefficients de ruissellement tels qu'ils peuvent être évalués à partir des seuls états de surface.

Ce document fournit l'inventaire des principales surfaces élémentaires du bassin ainsi qu'une évaluation de leurs pourcentages. Des études plus détaillées devraient être entreprises pour préciser :

- l'évolution des unités dans l'espace et dans le temps (à l'aide de photographies aériennes plus anciennes, et du suivi de zones tests),
- l'organisation pédologique du bas-fond.

BIBLIOGRAPHIE

- CASENAVE (A.), VALENTIN (C.), 1988. Les états de surface de la zone sahélienne. Influence sur l'infiltration. ORSTOM, Abidjan, 248 p. multigr.*
- SERPANTIE (G.), TEZENAS DU MONTCEL (L.), VALENTIN (C.), 1988. La dynamique des états de surface d'un territoire agropastoral subsahélien sous aridification : conséquences pour les systèmes de production. ORSTOM, Ouagadougou, multigr., 29 p., 3 tabl., 6 fig., 12 réf.*

ANNEXE

Les tableaux suivants concernent les surfaces élémentaires du bassin de Bidé. Ils sont extraits du document de CASENAVE et VALENTIN (1988).

SURFACE DE TYPE CULTIVE 1 : C1

Définition :

Surface dont la porosité vésiculaire est inférieure à 5 %. Cette surface correspond soit :

- à l'absence de croûte,
- à une croûte structurale 1 (ST1) dominante (1 seul microhorizon englobant des reliques d'agrégats).

Ruissellement

$$Lr = 0,2 Pu + 0,03 IK + 0,004 Pu IK - 3,0$$

Infiltration

Ki %	Ki0 %	Ki20 %	I1 mm.h-1	Pis mm	Pih mm
60-75	80-90	75-85	15-25	25-30	5-15

Si le couvert végétal excède 50 % de la surface, les valeurs de l'infiltration deviennent :

Ki %	Ki0 %	Ki20 %	I1 mm.h-1	Pis mm	Pih mm
80-95	90-100	85-95	25-35	30-40	20-30

SURFACE DE TYPE DESSICCATION : DES

Définition :

Surface non cultivée présentant moins de 20 % de turricules de vers et moins de 40 % de charge grossière, avec une croûte de dessiccation (DES), une croûte très peu développée, ou sans croûte. On trouve généralement ces surfaces sur les sols sableux associées à des couvertures végétales supérieures à 50 %.

DES1

Ruissellement :

$$Lr = 0,3 Pu + 0,01 IK + 0,003 Pu IK - 8,0$$

Infiltration :

Ki ‰	Ki0 ‰	Ki20 ‰	I1 mm.h-1	Pis mm	Pih mm
60-75	80-90	75-85	10-20	20-30	10-20

Variantes :

DES2

- Si la couverture végétale est inférieure à 50 %.

Ki ‰	Ki0 ‰	Ki20 ‰	I1 mm.h-1	Pis mm	Pih mm
40-50	60-70	50-60	5-10	10-20	1-5

DES3

- Si la surface est située sur un sol sableux bouillant sur au moins 30 cm d'épaisseur (dune vive, par exemple) : .

Ki ‰	Ki0 ‰	Ki20 ‰	I1 mm.h-1	Pis mm	Pih mm
85-100	90-100	90-100	> 30	> 30	> 20

SURFACE DE TYPE STRUCTURALE 2 : ST2

Définition :

Surface non cultivée présentant moins de 20 % de turricules de vers et moins de 40 % de charge grossière, couverte d'une croûte structurale à deux microhorizons -ST2- (sable grossier continu, légèrement pris en masse recouvrant une pellicule plasmique).

ST21

Ruissellement :

$$Lr = 0,5 Pu + 0,02 IK + 0,004 Pu IK - 10,0$$

Infiltration :

Ki ‰	Ki0 ‰	Ki20 ‰	I1 mm.h-1	Pis mm	Pih mm
40-55	60-75	50-65	5-15	10-20	3-6

Variante : ST22

Si la couverture végétale est supérieure à 50 %.

Ki ‰	Ki0 ‰	Ki20 ‰	I1 mm.h-1	Pis mm	Pih mm
60-70	80-90	75-85	10-20	20-30	5-10

SURFACE DE TYPE STRUCTURALE 3 : ST3

Définition :

Surface non cultivée présentant moins de 20 % de turricules de vers et moins de 40 % de charge grossière, couverte d'une croûte structurale à trois microhorizons -ST3- (sable grossier libre sur du sable fin pris en masse reposant sur une pellicule plasmique, à forte porosité vésiculaire).

ST31

Ruissellement :

$$Lr = 0,85 Pu + 0,01 IK + 0,003 Pu IK - 8,0$$

Infiltration :

Ki ‰	Ki0 ‰	Ki20 ‰	I1 mm.h-1	Pis mm	Pih mm
15-25	25-40	20-30	0-5	3-7	2-5

SURFACE DE TYPE DECANTATION : DEC

Définition :

Surface non cultivée présentant moins de 20 % de turricules de vers et moins de 40 % de charge grossière, couverte d'une croûte de décantation - DEC-, reposant sur une surface réorganisée ou (et) sur un sol argileux.

DEC1

Ruissellement :

$$Lr = 0,8 Pu + 0,08 IK + 0,001 Pu IK - 12,0$$

Infiltration

Ki %	Ki0 %	Ki20 %	I1 mm.h-1	Pis mm	Pih mm
20-35	35-55	25-45	0-2	4-10	4-7

Variante :

DEC2

Si la croûte de décantation recouvre une surface non réorganisée ou une croûte de dessiccation (surface de type DES).

Ki %	Ki0 %	Ki20 %	I1 mm.h-1	Pis mm	Pih mm
45-55	65-75	55-65	4-7	15-20	8-10

SURFACE DE TYPE EROSION : ERO

Définition :

Surface non cultivée présentant moins de 20 % de turricules de vers et moins de 40 % de charge grossière, couverte d'une croûte d'érosion-ERO.

ERO1

Ruissellement:

$$Lr = 0,95 Pu + 0,09 IK + 0,001 Pu IK - 9,0$$

Infiltration :

Ki %	Ki0 %	Ki20 %	I1 mm.h-1	Pis mm	Pih mm
10-20	15-30	10-25	0-2	2-6	0-5

Variante : ERO2

Si la croûte d'érosion recouvre un sol sableux (dune, placage sableux).

Ki %	Ki0 %	Ki20 %	I1 mm.h-1	Pis mm	Pih mm
20-30	35-50	30-40	2-4	10-15	3-7

SURFACE DE TYPE GROSSIER : G

Définition :

Surface non cultivée présentant moins de 20 % de turricules de vers et plus de 40 % de charge grossière, les éléments grossiers étant enchâssés dans une croûte à 3 microhorizons (sable grossier, sable fin, pellicule plasmique).

G1

Ruissellement :

$$Lr = 0,99 Pu + 0,05 IK + 0,001 Pu IK - 6,0$$

Infiltration :

Ki %	Ki0 %	Ki20 %	I1 mm.h-1	Pis mm	Pih mm
5-15	5-20	3-15	0-2	1,5-5	0-3