





Document public

# Analyse de l'érosion des sols sur le vignoble champenois de la Marne (51)

Rapport final

**BRGM/RP-66688-FR**  
Février 2017

Étude réalisée dans le cadre des projets  
de Service public du BRGM 2016

**Y. Thuon, A. Vauchassade, X. Morvan, V. Landemaine, JF Desprats**

**Vérificateur :**

Nom : O. Cerdan

Date : 21 octobre 2016



**Approbateur :**

Nom : P. Pannet

Date : 24 février 2017



Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2000.

**Mots clés** : Erosion, mouvement de terrain, ruissellement, vignoble, modélisation, Marne, Champagne

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

Y. Thuon, A. Vauchassade, X. Morvan, V. Landemaine, JF. Desprats (2017). L'érosion des sols sur le vignoble champenois de la Marne (51). Rapport final BRGM RP-66688-FR

© BRGM, 2017, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

## Synthèse

La cartographie de l'érosion sur les bassins versants viticoles de la Marne est menée à trois niveaux de résolution.

La première phase, conduite à l'échelle départementale, s'appuie sur les données à l'échelle du 1/100.000 intégrées dans le cadre de la cartographie de la sensibilité des sols au ruissellement (CEREMA, 2013).

La seconde phase s'est focalisée sur l'ensemble des communes viticoles de la Marne, en s'appuyant sur le modèle de transfert sédimentaire Watersed. Un ensemble de bassins versants présentant un aléa fort, et des enjeux de type habitat, a été présenté en Comité de Pilotage.

Le Comité de Pilotage a identifié les communes de Sermiers et Dizy pour une analyse à haute résolution (échelle parcellaire) visant à étudier l'érosion pour des pluies de périodes de retour allant de 2 à 100 ans. Cette analyse basée sur de multiples simulations a permis de réaliser :

- l'analyse de la situation actuelle (cartographie précise des vignes intégrant les modes de culture) ;
- l'impact effectif de la prise en compte depuis 15 ans d'aménagements lourds (réservoirs) ou basés sur des techniques douces (enherbement, protection des tournières, ..) ;
- l'impact potentiel de la prise en compte d'aménagements à venir, avec en particulier la progression des vignes enherbées au détriment des surfaces désherbées chimiquement.



# Sommaire

<b>1. Contexte et objectifs.....</b>	<b>11</b>
1.1. ETUDES ANTERIEURES .....	11
1.2. OBJECTIFS DE L'ETUDE.....	12
<b>2. Phase 1 : Modélisation de l'érosion à l'échelle départementale.....</b>	<b>13</b>
2.1. CARTOGRAPHIE DES PENTES.....	14
2.2. LES SOLS ET LEUR MATERIAUX PARENTAUX .....	14
2.3. L'OCCUPATION DU SOL .....	17
2.4. SENSIBILITE DES SOLS A L'EROSION .....	18
<b>3. Phase 2 - Modélisation de l'érosion à l'échelle des communes viticoles.....</b>	<b>21</b>
3.1. MODELISATION WATERSED.....	23
3.1.1. Données d'entrées.....	23
3.1.2. Identifications des zones cibles.....	33
3.1.3. Modélisations à l'échelle de l'ensemble des communes viticoles .....	35
3.2. IDENTIFICATION DES COMMUNES POUR L'APPROCHE A HAUTE RESOLUTION	40
<b>4. P3 - Modélisation de l'érosion à l'échelle des communes viticoles sélectionnées.....</b>	<b>45</b>
4.1. ETAPES PRELIMINAIRES .....	45
4.1.1. Réseau de circulation du ruissellement.....	45
4.1.2. Scénarios d'occupation des sols .....	48
4.2. IMPACT DES MESURES DE CONSERVATION DES SOLS.....	57
4.2.1. Sur la production du ruissellement et l'érosion des sols à l'échelle de la parcelle viticole.....	57
4.2.2. Sur la réduction de l'envasement des ouvrages tampons sur la commune de Dizy	67
4.2.3. Sur l'érosion et le ruissellement à l'exutoire des bassins versants .....	68
<b>5. Conclusion.....</b>	<b>73</b>
<b>6. Bibliographie.....</b>	<b>75</b>

## Liste des illustrations

Illustration 1 - Le modèle Expert MESALES .....	13
Illustration 2 - Cartographie des pentes à partir du MNT IGN .....	14
Illustration 3 - Erodibilité et capacité de ruissellement des formations superficielles développées sur les formations géologiques (extrait) ( de 1 à 5 : du plus faible au plus fort ruissellement ou érodibilité).....	15
Illustration 4 - Cartographie du potentiel de ruissellement des formations superficielles .....	16
Illustration 5 - Cartographie de l'érodibilité des formations superficielles .....	16
Illustration 6 - Cartographie de l'occupation du sol (Corine Land Cover + RPG).....	17
Illustration 7 - Codification MESALES de l'occupation du sol .....	18
Illustration 8 - Sensibilité des sols à l'érosion – (MESALES) .....	19
Illustration 9 - Sensibilité des sols à l'érosion – transect Sommet – Vallée .....	20
Illustration 10 - Communes viticoles de la Marne (source : <a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vignobles_champagne.svg">https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vignobles_champagne.svg</a> ).....	22
Illustration 11 - Watersed – les données d'entrée .....	23
Illustration 12 - Exemple du Produit Meteo France sur Frignicourt (Episodes de 3 heures).....	24
Illustration 13 : Courbe Intensité – Durée – Fréquence sur Bouzy .....	25
Illustration 14 - Hauteurs moyennes des évènements pluvieux en fonction de leur durée et de leur période de retour en prenant en compte les 4 stations météorologiques .....	25
Illustration 15 - Synthèse des simulations pluviométriques.....	26
Illustration 16 - Répartition statistique au sein du vignoble entre vignes labourées, desherbées et enherbées.....	28
Illustration 17 - Carte simplifiée des formations superficielles.....	29
Illustration 18 - Croisement pédologie x occupation du sol (sur les zones de vignobles qui n'existe pas dans la zone nord-est de la Marne ) .....	30
Illustration 19 - Perméamètre de Guelph.....	32
Illustration 20 - Cartographie de la perméabilité des sols (Ks en mm/h).....	33
Illustration 21 : Définition de l'emprise de la modélisation.....	34
Illustration 22 - Identification des bassins versants cibles pour le choix des communes tests. ....	35
Illustration 23 - Elaboration des différentes couches d'entrée dans Watersed .....	36
Illustration 24 - Exemple de restitution pour la modélisation des écoulements – (Simulation Watersed) – Ecoulements en m3.....	37
Illustration 25 - Exemple de restitution pour la modélisation du Transfert sédimentaire en kg – (Simulation Watersed) .....	38
Illustration 26 - Les bassins versants de la zone de Cernay-les-Reims.....	39
Illustration 27 - Scenario 1 - Juillet sur sols peu imbibés .....	40
Illustration 28 - Scenario 2 Printemps – Hiver – Été (périodes de retour 5 et 10 ans).....	40
Illustration 29 - Simulations n°1 (42mm – 1 heure) sur SERMIERS .....	42
Illustration 30 - Simulations n°1 (42mm – 1 heure) sur Ay et Dizy.....	43
Illustration 31 - Volume de stockage de chacun des bassins tampons installés ou en cours d'installation sur la commune de Dizy. ....	46

Illustration 32 - Schéma de gestion des eaux pluviales sur la commune de Dizy (réseau de circulation du ruissellement anthropique et bassins tampons).....	46
Illustration 33 - Correction du réseau de circulation du ruissellement brut extrait de la topographie par intégration du réseau de circulation anthropique sur la commune de Dizy. ....	47
Illustration 34 - Réseau de circulation du ruissellement anthropique sur la commune de Sermiers. ....	48
Illustration 35 - Cartographie haute-résolution des pratiques culturales appliquées sur les vignes sur le bassin de Dizy. ....	50
Illustration 36 - Cartographie haute-résolution des pratiques culturales appliquées sur les vignes sur le bassin de Sermiers.....	51
Illustration 37 - Proportion des différentes classes d'occupation des sols sur les bassins de Dizy et de Sermiers. (* Vigne avec inter-rangs à moitié enherbés ou couvert d'écorces).....	52
Illustration 38 - Synthèse des principales caractéristiques définissant le Scénario 1, 2 et 3 sur le bassin de Dizy.....	53
Illustration 39 - Synthèse des principales caractéristiques définissant le Scénario 1, 2 et 3 sur le bassin de Sermiers. ....	53
Illustration 40 - Scénarios de pratiques culturales appliqués sur les vignes du bassin versant de Dizy (1 : passé ; 2 : actuel ; 3 : futur).....	55
Illustration 41 - Scénarios de pratiques culturales appliqués sur les vignes du bassin versant de Sermiers (1 : passé ; 2 : actuel ; 3 : futur).....	56
Illustration 42 - Correspondance entre le code de l'évènement et ses caractéristiques.....	57
Illustration 43 - Distributions des coefficients de ruissellement et des taux d'érosion spécifique obtenues sur l'ensemble des 30 simulations et agrégées par classe d'occupation des sols. ....	58
Illustration 44 - Volume total de pluie nette et masse totale de terre érodée pour chacune des 10 simulations réalisées pour le Scénario 1, 2 et 3 avec un détail sur la contribution de chaque classe d'occupation des sols pour le bassin de Dizy.....	60
Illustration 45 - Volume total de pluie nette et masse totale de terre érodée pour chacune des 10 simulations réalisées pour le Scénario 1, 2 et 3 avec un détail sur la contribution de chaque classe d'occupation des sols pour le bassin de Sermiers. ....	61
Illustration 46 - Synthèse des volumes totaux de pluie nette (ruissellement) (à gauche) et des masses totales de terre érodée (à droite) issue des 30 simulations réalisées et agrégées par scénario sur le bassin de Dizy. ....	62
Illustration 47 - Synthèse des volumes totaux de pluie nette et des masses totale de terre érodée issue des 30 simulations réalisées et agrégées par scénario sur le bassin de Sermiers. ....	63
Illustration 48 - Cartographie des masses de terre transférées pour le Scénario 1 et le Scénario 3 lors d'une pluie de temps de retour 100 ans sur le bassin de Dizy.....	65
Illustration 49 - Cartographie des masses de terre transférées pour le Scénario 1 et le Scénario 3 lors d'une pluie de temps de retour 100 ans sur le bassin de Sermiers. ....	66
Illustration 50 - Volume total de ruissellement amont et masse totale de terre amont arrivant au droit des ouvrages installés sur le bassin de Dizy pour chacune des 10 simulations du Scénario 2 et 3. ....	68
Illustration 51 - Synthèse des volumes totaux de ruissellement amont et des masses totales de terre amont arrivant au droit des ouvrages issues des 20 simulations réalisées et agrégées par scénario. ....	68
Illustration 52 - Synthèse des volumes de ruissellement et de masses de terre transférée à l'exutoire du bassin de Dizy issues des 30 simulations et agrégé par scénario.....	69
Illustration 53 - Synthèse des volumes de ruissellement et de masses de terre transférée à l'exutoire du bassin de Sermiers issues des 30 simulations et agrégé par scénario. ....	70

Illustration 54 - Volume de ruissellement et masse de terre transférée à l'exutoire du bassin de Dizy pour chacune des 10 simulations réalisées pour le Scénario 1, 2 et 3. ....	71
Illustration 55 - Volume de ruissellement et masse de terre transférée à l'exutoire du bassin de Sermiers pour chacune des 10 simulations réalisées pour le Scénario 1, 2 et 3.....	72

# 1. Contexte et objectifs

La Direction Départementale des Territoires de la Marne (DDT 51) a noté un nombre significatif d'arrêtés de catastrophe naturelle, liés au ruissellement et à l'érosion des sols en particulier dans les communes viticoles du vignoble champenois.

Toutefois, la DDT 51 ne possède que très peu d'éléments techniques ou de cartographie. Il s'agit ici d'avoir des éléments de compréhension du phénomène, de cartographies afin de disposer de supports techniques lors d'aménagements ou à l'occasion d'échanges vers la préfecture, la DREAL ou les mairies. Dans notre cas, il ne s'agit pas de cartographier un aléa dans une logique de réglementation PPR. Il s'agit notamment d'étudier méthodologiquement le phénomène et de rechercher des aménagements susceptibles de le contrer, en quantifiant son efficacité.

La connaissance approfondie de ces aléas et la maîtrise de ces phénomènes constituent une priorité pour la DDT, le BRGM, mais aussi le Comité Interprofessionnel des Vins de Champagne (CIVC). De par ses missions, le CIVC possède une large expérience qu'il met à profit en direction de la profession. De nombreuses études ponctuelles ont été menées sur ces phénomènes d'érosion et de ruissellement. Elles démontrent l'utilité de certaines techniques d'hydraulique « douces » (enherbement, réduction de la longueur des rangs, mise en place de chevet...) ou « dures » (chemin, bassin...).

L'agence de l'eau Seine Normandie et la Chambre d'Agriculture (cellule « érosion » spécifique) possèdent également une expérience dans le domaine du ruissellement et de l'érosion, notamment responsable de problèmes de pollution diffuse.

## 1.1. ETUDES ANTERIEURES

Le BRGM avait réalisé en 1993 pour le compte du CIVC une cartographie de l'aléa érosion sur l'ensemble des communes de l'appellation. Néanmoins, cette cartographie présente un résultat à une maille de 50 mètres, peu compatible avec une étude à l'échelle locale. Par ailleurs, la technique et les outils ont fortement évolués.

Des travaux ont été menés en 2008 entre le BRGM et l'équipe d'accueil EA3795 GEGENAA de l'Université de Reims Champagne-Ardenne afin d'évaluer le comportement des sols de vigne (projets RISCOTTE / EROSPACE) lors d'événements pluvieux intenses sur les bassins versants viticoles du Champenois. Ce projet visait à étudier sur plusieurs bassins versants Champenois la variabilité spatiale des sols, et plus particulièrement la spatialisation des propriétés hydrodynamiques.

Enfin, le CEREMA Est a remis à la DDT51 en juin 2013 un rapport sur la caractérisation du risque ruissellement sur le département de la Marne (Dossier n°2012 D65 027 – Mai 2013). Ce projet a permis de cartographier l'aléa ruissellement à partir d'une analyse multicritère basée sur les paramètres que sont

l'occupation du sol, la pédologie, la géologie et la topographie. La carte de l'aléa a permis de cibler les communes présentant un aléa fort, communes sur lesquelles une analyse des enjeux a été réalisée, afin de produire une cartographie du risque ruissellement.

## 1.2. OBJECTIFS DE L'ETUDE

Suite à un recueil des références et données existantes sur les différents projets réalisés (BRGM, CEREMA, CIVC, GEGENAA,...), une cartographie de l'aléa érosion au niveau départemental (1/100.000) a été réalisée via le modèle MESALES (INRA) en partant des données de l'étude CEREMA 2013. (Phase 1)

La seconde phase (P2) a permis de modéliser l'érosion en s'appuyant sur le modèle Watersed, et ce, sur l'ensemble des communes viticoles de la Marne (échelle 1/25.000 à 1/50.000) (212 communes en zone de production du raisin<sup>1</sup> ie plantation), afin d'identifier les bassins les plus productifs en terme d'érosion (prises en compte de pluies avec périodes de retour 2 ans, 5 ans, 10 ans et 100 ans). Ce volet a intégré une campagne de terrain pour la collecte de mesures de perméabilité (perméamètre de Guelph) et a ainsi permis de caractériser les formations pédopaysagères cartographiées.

A l'issue de cette seconde phase, une série de bassins versants présentant une érosion et un ruissellement élevés avec des enjeux en aval ont été présentés en Comité de Pilotage (COFIL). Le COFIL a d'ailleurs indiqué des signalements sur un certain nombre de communes. En confrontant toutes ces données, ce sont les bassins versants de Sermiers et Dizy qui ont été retenus.

Une modélisation Watersed Haute Résolution du ruissellement et de l'érosion (échelle 1/10.000 à 1/25.000) a été réalisée sur ces deux bassins versants, dans le but de simuler le ruissellement et l'érosion à partir des événements climatiques principaux (périodes de retour 5 à 100 ans), et de démontrer l'impact des mesures prises depuis 15 ans, ainsi que celles qui pourraient être mises en œuvre dans les 10 ans à venir.

---

<sup>1</sup> L'aire de production du raisin comporte 319 communes réparties comme suit : 39 dans l'Aisne, 63 dans l'Aube, 2 en Haute-Marne, 212 dans la Marne, 3 en Seine et Marne.

## 2. Phase 1 : Modélisation de l'érosion à l'échelle départementale

La plupart des données à l'échelle à départementale ont été recueillies par la DDT51, dans le cadre de l'étude réalisée en 2013 pour la cartographie de la sensibilité des sols au ruissellement.

La modélisation proposée pour la cartographie de la sensibilité des sols à l'érosion s'appuie sur le modèle MESALES, élaboré par l'INRA en Europe, et adapté par la suite à différents contextes (Pays de Caux en Normandie, Picardie, Terroirs viticole méditerranéen, ..). (Illustration 1)

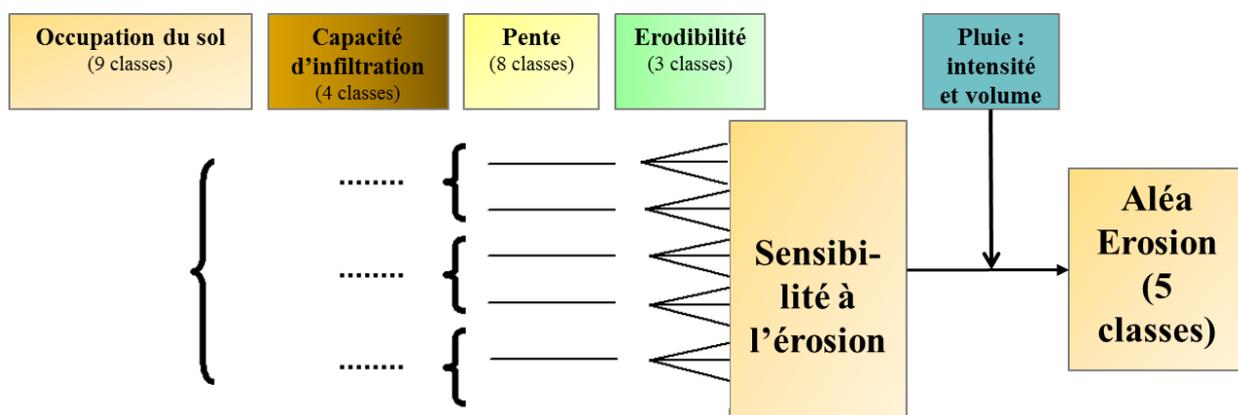


Illustration 1 - Le modèle Expert MESALES

Les paramètres de base permettant la cartographie de la sensibilité des sols à l'érosion sont :

- l'occupation du sol, interprétée en termes de protection des sols par la végétation ;
- les sols, avec la prise en compte de leur capacité de ruissellement / infiltration d'une part, et de leur niveau d'érodibilité d'autre part ;
- les pentes, calculées à partir d'un modèle numérique de terrain (MNT).

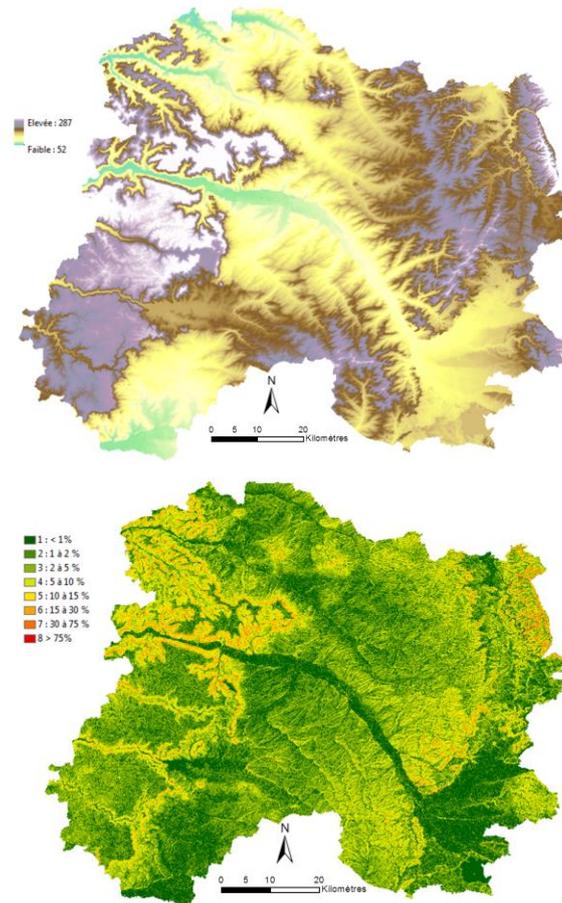
L'analyse combinée de la sensibilité des sols à l'érosion avec la pluviométrie (cumuls et intensités) permet de cartographier l'aléa Erosion. La cartographie prévue dans le cadre de cette première phase vise à cibler la sensibilité des sols à l'érosion.

Les données disponibles à ce jour sont de qualité diverse. Le MNT disponible est le RGE alti 5 m de l'IGN mais à cette échelle nous avons pris le MNT 25 m (Les données métriques du LIDAR sont disponibles uniquement sur les zones alluviales). Nous ne disposons que d'une carte des sols régionale, la BD Sols (1/250.000), les données pédologiques à haute résolution concernant le terroir viticole n'ayant pas été mise à disposition.

Les données d'occupation sont issues de sources différentes. La cartographie Corine Land Cover a été enrichie des données parcellaires issues du Recensement graphique parcellaire (RGP)

## 2.1. CARTOGRAPHIE DES PENTES

La cartographie des pentes est issue du MNT IGN à 25m. (*Illustration 2*)



*Illustration 2 - Cartographie des pentes à partir du MNT IGN*

L'altitude varie assez peu : de 52m à 287m. Cependant on retrouve des pentes fortes à très fortes, essentiellement sur les zones de coteaux viticoles (Montagne de Reims).

## 2.2. LES SOLS ET LEUR MATERIAUX PARENTAUX

Les paramètres relatifs aux sols dans MESALES sont l'érodibilité et la capacité de ruissellement / infiltration. Comme mentionné précédemment, les seules données existantes, de nature pédologique sont la BD Sols (1/250.000) et des cartes pédologiques plus précises, mais sur les seules communes viticoles (données non mises à disposition). La résolution de cette carte 1/250.000 est peu compatible avec

la précision géographique recherchée pour la cartographie de la sensibilité à l'érosion.

Aussi, ces deux paramètres qualificatifs des sols ont été appréhendés à partir de la carte géologique de la Marne dont la résolution (1/50.000) correspond à l'échelle de l'étude actuelle. Il a donc été décidé de proposer, à dire d'experts, un niveau de potentiel de ruissellement (sur une échelle de 1 (minimum) à 5 (maximum) et un niveau d'érodibilité (même type d'échelle) en considérant les formations superficielles rencontrées au sein des différentes unités géologiques. Prenant en compte la pédogenèse d'une part, mais aussi les horizons d'altération, les géologues ont donc classé l'ensemble des formations, affectant pour certaines d'entre elles une fourchette de valeurs minimales et maximales (*Illustration 3*). A titre d'exemple, pour les roches cartées comme argiles sur la carte géologique le degré d'érodibilité est faible (1).

Légende	Notation	Description	Texture	Erodibilité	Ruissellement
20	e7a(1)	Calcaire de Champigny: zones à calcite fibreuse (Eocène)	Affleurement	1	1
24	e6a	Calcaires lagunaires (Eocène moyen-Bartonien)	Affleurement	1	1
64	j7a	Calcaires portlandiens (zone à <i>Cyrena rugosa</i> ) (Jurassien)	Affleurement	1	1
65	j6c-7a	Calcaires portlandiens, Calcaires du Barrois (zones à <i>Cyrena rugosa</i> ) (Jurassien)	Affleurement	1	1
19	e7a(2)	Calcaire de Champigny, silicifié (Eocène supérieur-Ludien)	Affleurement	1	1
17	g1a	Argiles et marnes vertes (Oligocène-Sannoisien)	Argileuse	1	5
18	e7b	Marnes supragypseuses (Eocène supérieur-Ludien supérieur)	Argileuse	1	5
21	e7a	Calcaire de Champigny- Marnes à <i>Pholadomyes</i> (Eocène)	Argileuse	1	4
23	e6b	Marnes et calcaires de Saint-Ouen (Eocène moyen-Barrois)	Argileuse	1	5
28	e5b	Calcaires lutétiens, Marnes et caillasses (Eocène moyen)	Argileuse	1	4
35	e4	Grès, sables, argiles plastiques (Eocène inférieur-Yprésien)	Argileuse	2	4
52	c1a	Marnes, marnes glauconieuses, marnes crayeuses, argiles	Argileuse	1	4
53	n6cB	Marnes de Brienne (Crétacé inférieur-Albien supérieur)	Argileuse	1	5
27	e5-7	Marnes et caillasses, Calcaires et marnes, indifférenciés	Argileuse	1	5
34	e4a	Argiles silteuses, lignite, calcaires argileux (Eocène inférieur)	Argileuse	1	5
38	e3b	Tuffeau de Châlons sur Vesle (Paléocène supérieur-Thurien)	Argileuse	1	4
66	hydro	hydrographie	Eau	0	0
4	C	Colluvions indifférenciées (Quaternaire)	Limoneuse	3	3
5	SC	Formations de versants indifférenciées solifluées et colluvionnaires	Limoneuse	4	3
6	T	Dépôts tourbeux (Quaternaire-Holocène)	Limoneuse	4	3
7	Fz	Alluvions fluviales actuelles et récentes (Quaternaire)	Limoneuse	4	3
49	c1c	Craies à <i>Actinocamax plenus</i> (Crétacé supérieur-Cénomanien)	Limoneuse	4	4
16	g1c	Sables et grès de Fontainebleau (Oligocène-Stampien)	Sableuse	5	1
33	e4b	Sables, grès et conglomérats (Eocène inférieur-Yprésien)	Sableuse	5	1
39	e3	Travertin de Sézanne, Sables à galets, conglomérat, calcaires	Sableuse	4	2
56	n6a	Sables verts (Crétacé inférieur-Albien inférieur)	Sableuse	5	1
58	n5b	Sables blancs aptiens (Crétacé inférieur-Aptien supérieur)	Sableuse	5	1
63	n2S	Sables et grès valanginiens (Crétacé inférieur-Valanginien)	Sableuse	5	1

*Illustration 3 - Erodibilité et capacité de ruissellement des formations superficielles développées sur les formations géologiques (extrait) ( de 1 à 5 : du plus faible au plus fort ruissellement ou érodibilité)*

A partir de cette classification, il devenait possible de cartographier le potentiel de ruissellement des sols (*Illustration 4*), et l'érodibilité des sols (*Illustration 5*).

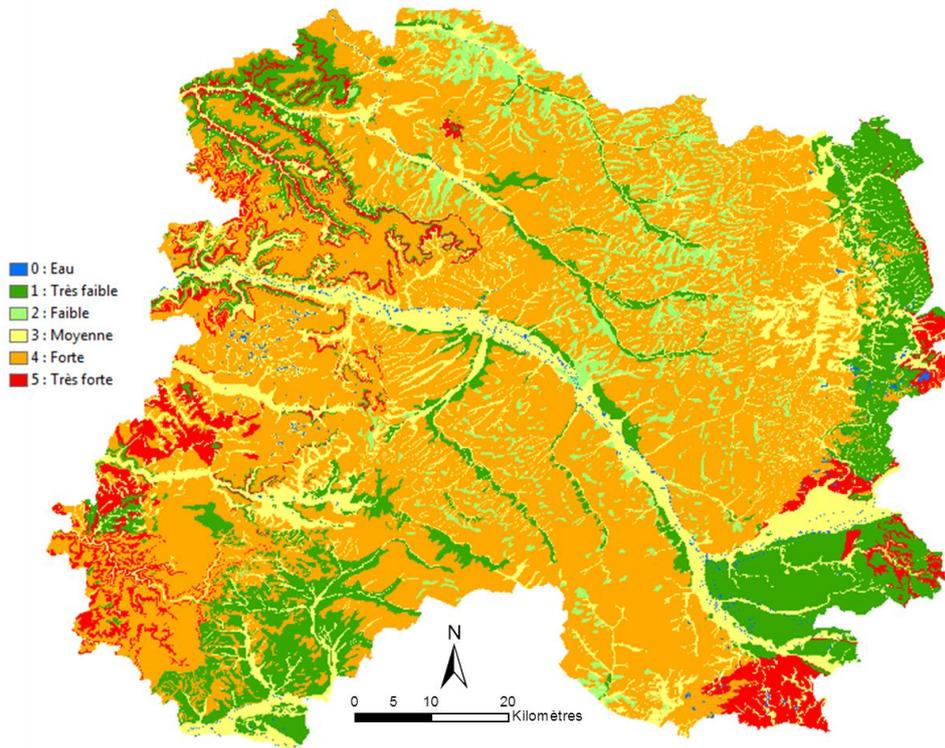


Illustration 4 - Cartographie du potentiel de ruissellement des formations superficielles

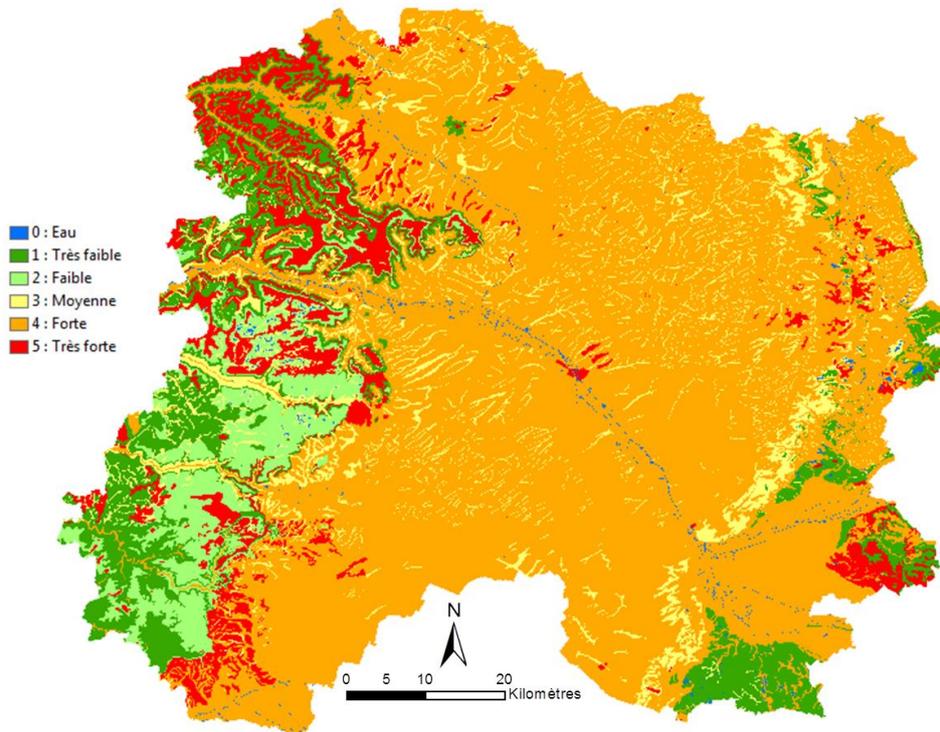


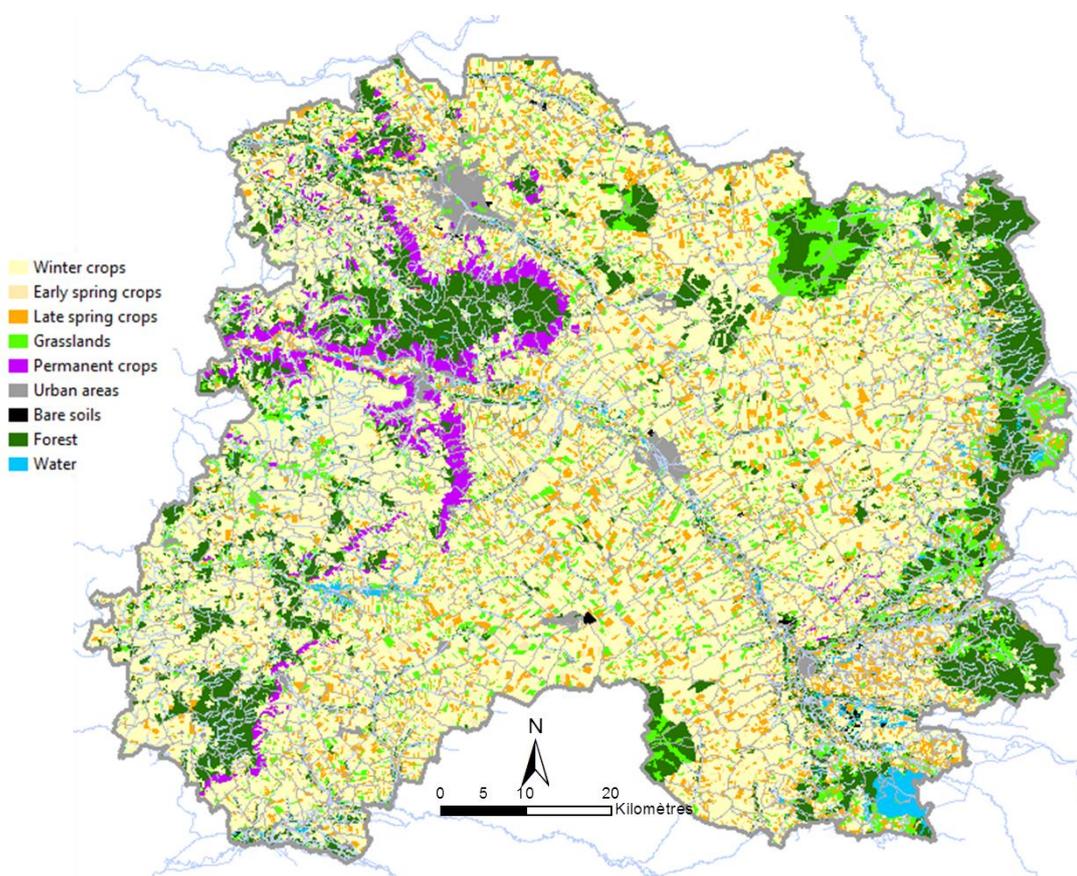
Illustration 5 - Cartographie de l'érodibilité des formations superficielles

### 2.3. L'OCCUPATION DU SOL

L'occupation du sol est prise en compte afin d'estimer le caractère protecteur de la surface du sol ou non des différentes classes. Une couverture forestière ou herbacée permanente va représenter une très bonne protection, contrairement à une culture, laissant les sols nus à certains moments de l'année (des labours au tallage pour un blé par exemple).

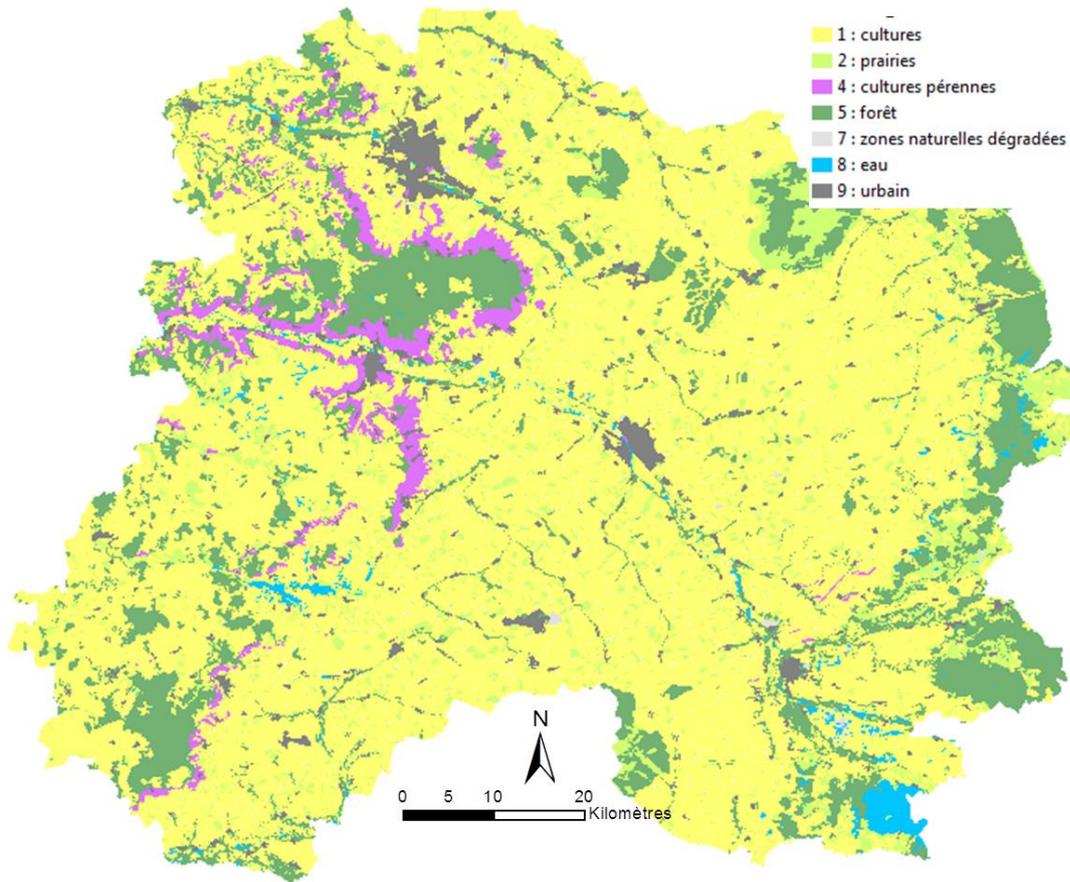
Les données aujourd'hui disponibles sur ce thème à l'échelle départementale sont issues de la base Corine Land Cover (*Illustration 6*).

Afin d'améliorer la qualité de la donnée Corine Land Cover, nous avons pris en compte le parcellaire de la base de données RPG (Recensement Parcellaire Graphique), disponible à très haute résolution mais ne concernant que les parcelles ayant bénéficié d'aides PAC (Politique Agricole Commune).



*Illustration 6 - Cartographie de l'occupation du sol (Corine Land Cover + RPG)*

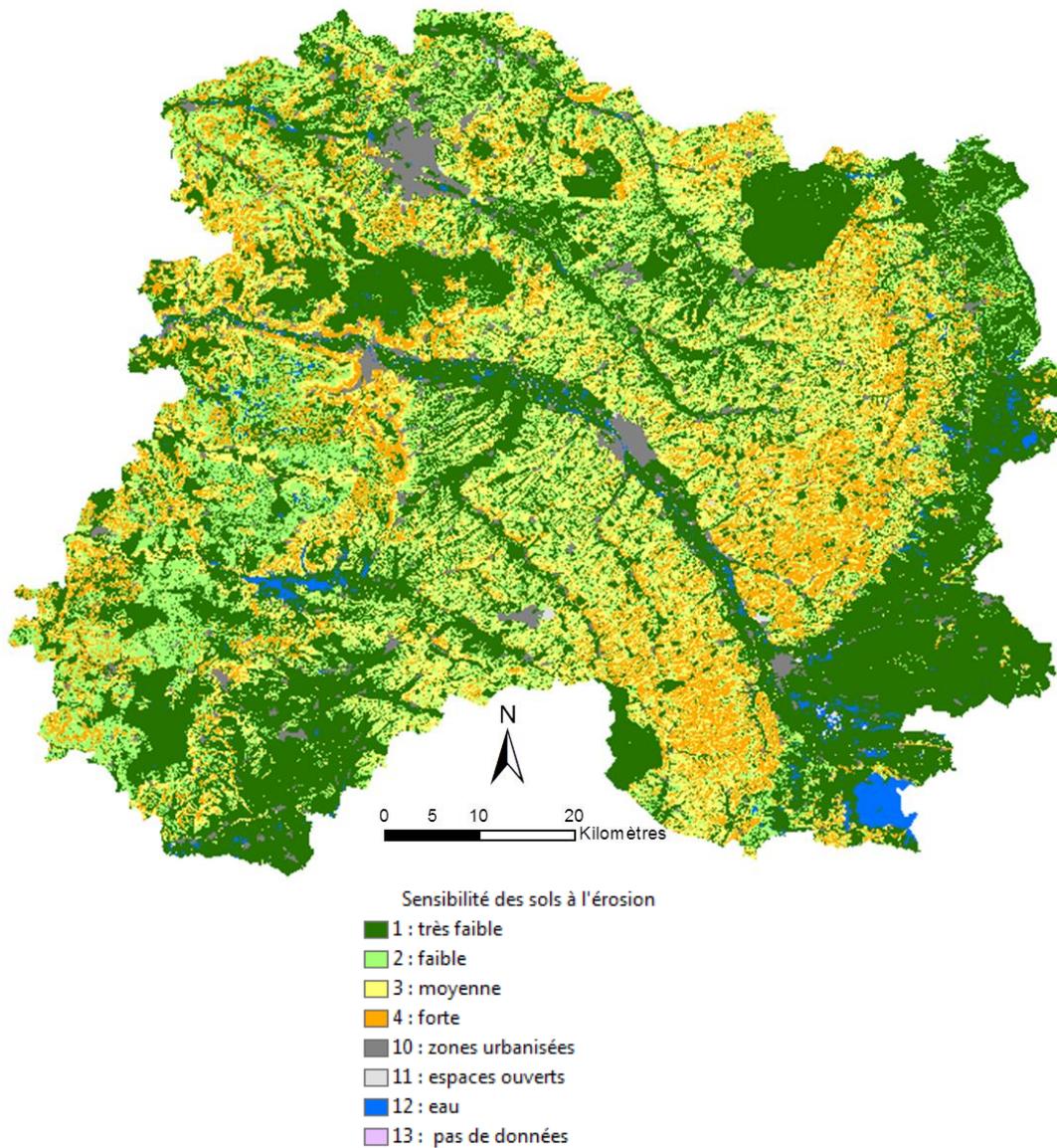
Un regroupement des classes Corine / RPG est alors opéré selon la nomenclature MESALES (cultures, forêt, prairies, ...) (*Illustration 7*)



*Illustration 7 - Codification MESALES de l'occupation du sol*

## 2.4. SENSIBILITE DES SOLS A L'EROSION

La prise en compte dans le modèle MESALES des sols, de l'occupation du sol et des pentes permet d'évaluer la sensibilité des sols à l'érosion. (*Illustration 8*).



*Illustration 8 - Sensibilité des sols à l'érosion – (MESALES)*

La cartographie de la sensibilité des sols à l'érosion peut être illustrée par une coupe partant de la Montagne de Reims pour finir sur Reims. Ce transect Sud-Nord fait passer progressivement de la forêt (plateau) au vignoble (coteau), avant de retrouver des polycultures à dominante céréalière (vallée, plaine), et la zone urbanisée. (*Illustration 9*)

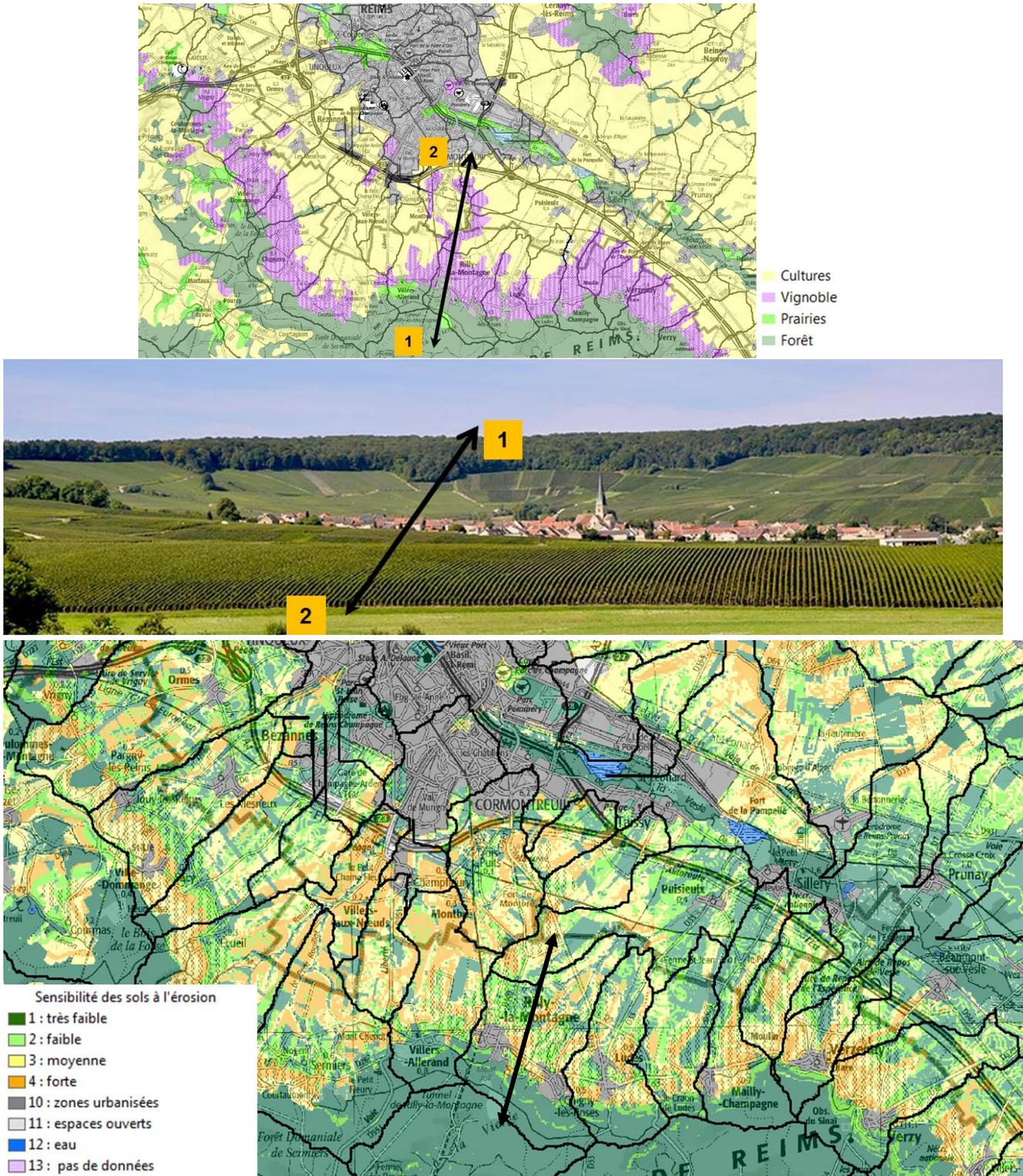


Illustration 9 - Sensibilité des sols à l'érosion – transect Sommet – Vallée

### **3. Phase 2 - Modélisation de l'érosion à l'échelle des communes viticoles**

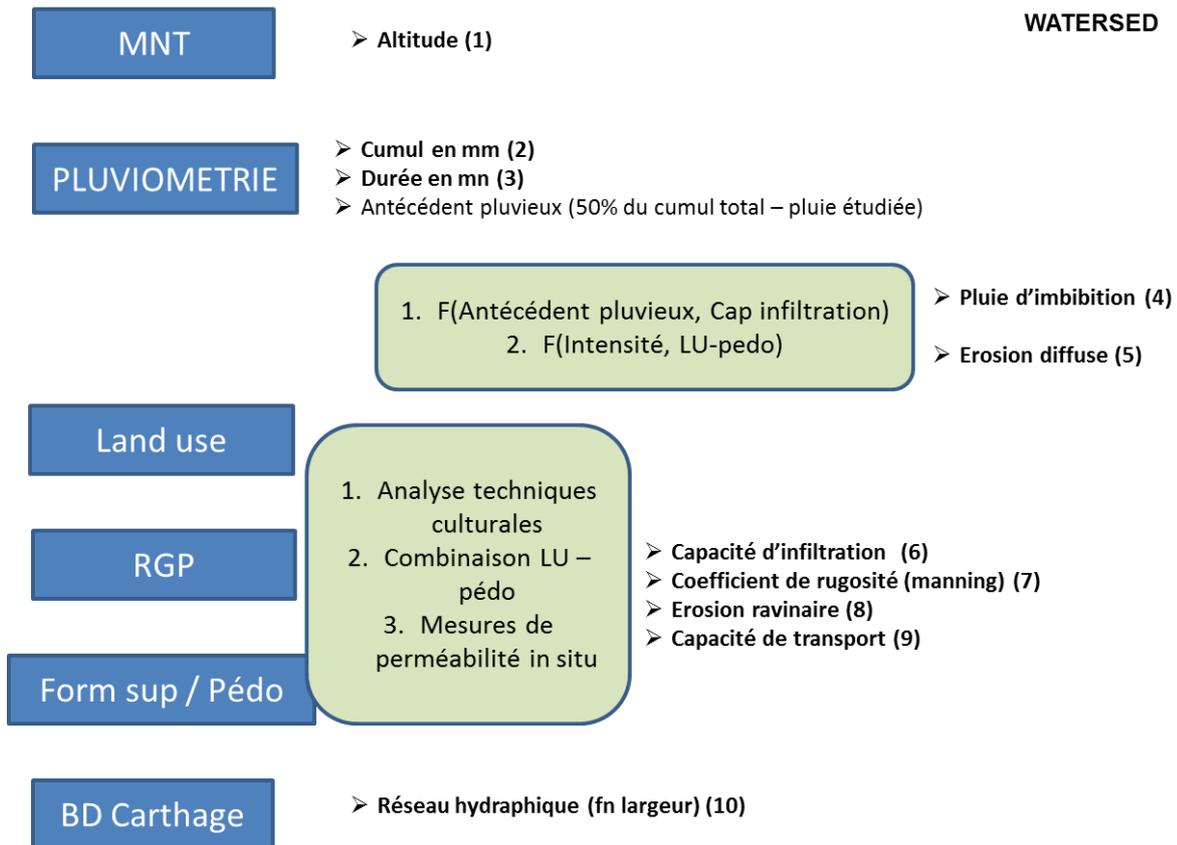
La seconde phase de l'étude vise à modéliser l'érosion en ciblant les communes viticoles, l'objectif étant d'identifier deux à trois communes sur lesquelles seront analysés les impacts des aménagements antiérosifs (existants ou à réaliser) et le développement de techniques conservatoires douces (enherbement).

La liste des communes viticoles de la Marne a été dressée à partir d'informations sur les dates de vendanges produites par la Chambre d'Agriculture. On retrouve 199 communes, réparties sur les appellations suivantes : Vallée de la Vesle, Vallée de l'Ardre, Montagne de Reims, Vallée de la Marne, Côte des Blancs et Côte de Sézanne . (*Illustration 10*)



### 3.1. MODELISATION WATERSED

Le modèle de Transfert Sédimentaire Watersed (Landemaine, 2015) a été développé à partir du modèle Expert STREAM (Cerdan, 2002). Les données requises en entrée (*Illustration 11*) sont le MNT, la caractérisation de l'évènement pluviométrique et la caractérisation des formations pédo-paysagères.



*Illustration 11 - Watersed – les données d'entrée*

#### 3.1.1. Données d'entrées

Le modèle Numérique de Terrain, l'occupation du sol, la carte des formations superficielles et les données climatiques sont donc les données spatiales de base permettant d'initier des simulations de ruissellement et d'érosion sur le modèle Watersed.

##### ***La topographie***

Le Modèle Numérique de Terrain a une résolution de 5m (IGN). Il est échantillonné à 25m pour permettre la modélisation à l'échelle de l'ensemble de la zone viticole.

## La Pluviométrie

Les données climatiques ont été acquises auprès de Météo France sur 4 stations : Reims, Frignicourt, Bouzy et Avize. Les périodes de retour demandées sont 5, 10, 20, 30, 50 et 100 ans, pour des durées d'épisodes pluvieux de 6 mn, 10 mn, 30mn, 1 heure, 12 heures, et 24 heures. Par ailleurs, Météo France indique les 5 événements pluviométriques majeurs par situation statistique. (*Illustration 12*)

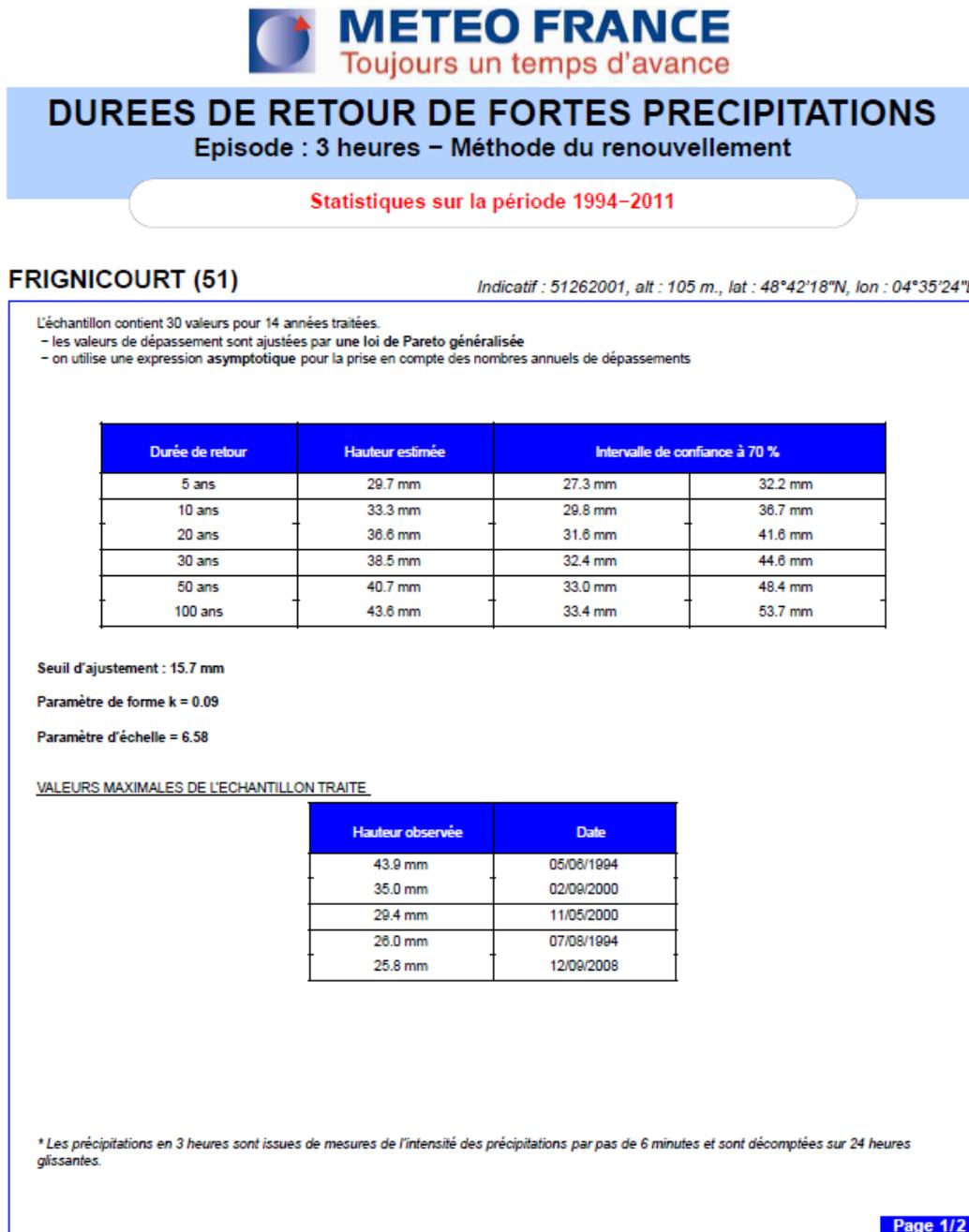


Illustration 12 - Exemple du Produit Météo France sur Frignicourt (Episodes de 3 heures).

Une analyse statistique de l'ensemble des données a été menée par l'Université de Reims. (Laboratoire GEGENA)

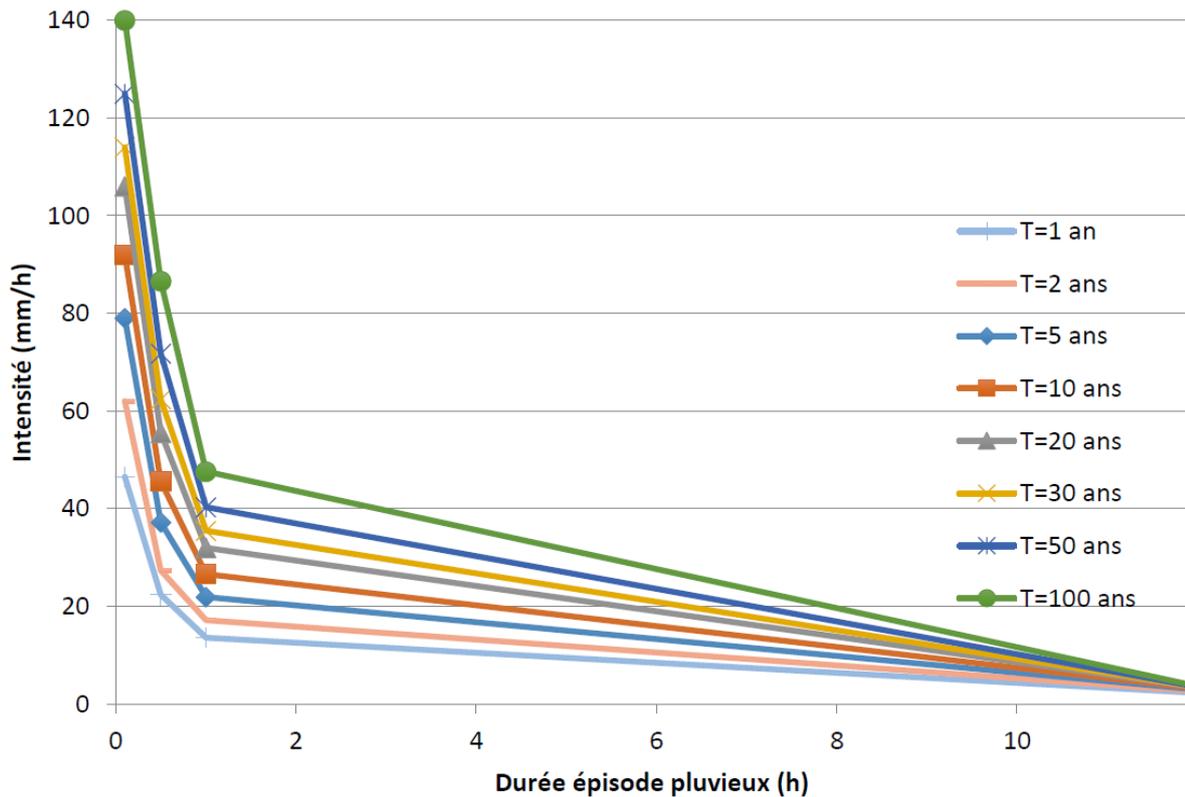


Illustration 13 : Courbe Intensité – Durée – Fréquence sur Bouzy

	6mn	30mn	60mn	180mn	720mn	1440mn
<b>5 ans</b>	8	19	23	28	36	42
<b>10 ans</b>	9	22	27	33	40	48
<b>20 ans</b>	10	26	31	37	44	54
<b>30 ans</b>	11	29	34	40	46	58
<b>50 ans</b>	12	32	38	44	48	64
<b>100 ans</b>	13	36	43	49	52	72
<b>NB EPISODES</b>	96	211	209	156	201	131

Illustration 14 - Hauteurs moyennes des évènements pluvieux en fonction de leur durée et de leur période de retour en prenant en compte les 4 stations météorologiques

La synthèse de l'ensemble des données sur les 4 stations nous permet de voir pour une période de retour donnée (exemple 50 ans), le cumul pluviométrique pour des durées définies (43.93mm en 3 heures). (Illustration 14)

Le climat en Champagne est marqué de façon générale par des alternances de périodes humides et sèches en hiver, des printemps peu pluvieux, des étés chauds marqués par des orages, et des automnes peu pluvieux.

Par ailleurs, on constate que 63.5% des évènements majeurs répertoriés se déroulent en été (juillet à septembre), et 30.8% au printemps (avril à juin).

Il est cependant important de constater que les pluies d'hiver qui sont certes moins intenses, peuvent avoir un impact non négligeables, la couverture végétale étant limitée

(cultures d'hiver peu développées) ; environ 25% des coulées de boue relevées dans la base de données GASPARD entre 1982 et 2013 se déroulent en décembre, chiffre à peu près similaire à celui de juillet.

A partir de ces analyses et constats, une stratégie de simulations de ruissellement et d'érosion à partir de Watersed est proposée (*Illustration 15*) :

1. Orages estivaux intenses tombant sur des sols secs à faiblement humides

**Périodes de retour testées :**

- 42 mn en 1 heure (période de retour 100 ans)
- 34 mm en 1 heure (période de retour 30 ans)
- 27 mn en 1 heure (période de retour 10 ans)
- 23 mm en 1 heure (période de retour 5 ans)

2. Pluie peu intense tombant en été, au printemps ou en hiver sur des sols saturés

**Périodes de retour testées :**

- 27 mn en 1 heure (période de retour 10 ans)
- 23 mm en 1 heure (période de retour 5 ans)

Simulation	Pluviométrie	Durée	Période	Antécédent pluvieux 48h	Intensité
1	42mm	60'	Juillet	0 mm	> 40 mm/h
2	34mm	60'	Juillet	0	10-40 mm/h
3	27mm	60'	Juillet	0	10-40 mm/h
4	23mm	60'	Juillet	0	< 10 mm/h
5	23mm	60'	Décembre	40 mm	< 10 mm/h
6	23mm	60'	Avril	40 mm	< 10 mm/h
7	23mm	60'	Juillet	40 mm	< 10 mm/h
8	27mm	60'	Décembre	40 mm	< 10 mm/h
9	27mm	60'	Avril	40 mm	< 10 mm/h
10	27mm	60'	Juillet	40 mm	< 10 mm/h

*Illustration 15 - Synthèse des simulations pluviométriques*

### ***L'Occupation du sol***

Les données disponibles sont issues de bases de données Corine Land Cover et du Recensement Parcellaire Graphique (RPG) (Illustration 6).

Comme précisé dans le paragraphe 2.3., le parcellaire RPG ne prend en compte que les parcelles ayant bénéficié d'aides de la PAC (Politique Agricole Commune). Cependant, ceci correspond à une partie importante du territoire agricole. On retrouve ainsi près de 80 000 parcelles dans la Marne, dont 9901 parcelles viticoles.

L'intérêt de la prise en compte du RPG est la différenciation au sein de la classe des cultures annuelles, unique sous Corine, et ne différenciant pas des cultures d'été de cultures d'hiver. Cette amélioration est fondamentale car elle permettra, culture par culture, de préciser si le sol est nu, partiellement ou totalement protégé par la couverture végétale.

Les zones viticoles ne peuvent être considérées comme homogènes. En effet, les vignes champenoises sont désherbées, labourées, ou bien enherbées.

Une étude bibliographique a été menée. Les résultats de la répartition ont été soumis en Comité de Pilotage, les répartitions retenues pour la période actuelle (2015-2016) sont :

- Désherbage mécanique par labour : 10% des vignes
- Désherbage chimique incluant les vignes avec écorce : 70% des vignes (en régression). Les couvertures d'écorce régressent.
- Enherbement : 20% (mais 95% des contours de vignes – tournières - enherbées)

Les échanges en Comité de Pilotage montrent qu'il est important de tenir compte d'une réalité moins simple ou moins catégorique.

Les parcelles désherbées ou labourées restent en fait couvertes d'herbe jusqu'au printemps. Les vignerons gèrent alors entre avril et juillet le couvert herbacé, afin d'éviter une potentielle compétition entre l'herbe et la vigne pour l'eau et les nutriments.

Cette clé de répartition a été utilisée afin d'opérer une répartition aléatoire au sein du vignoble (

Illustration 16), aucun inventaire exhaustif n'étant disponible sur la totalité du vignoble quant aux techniques culturales.

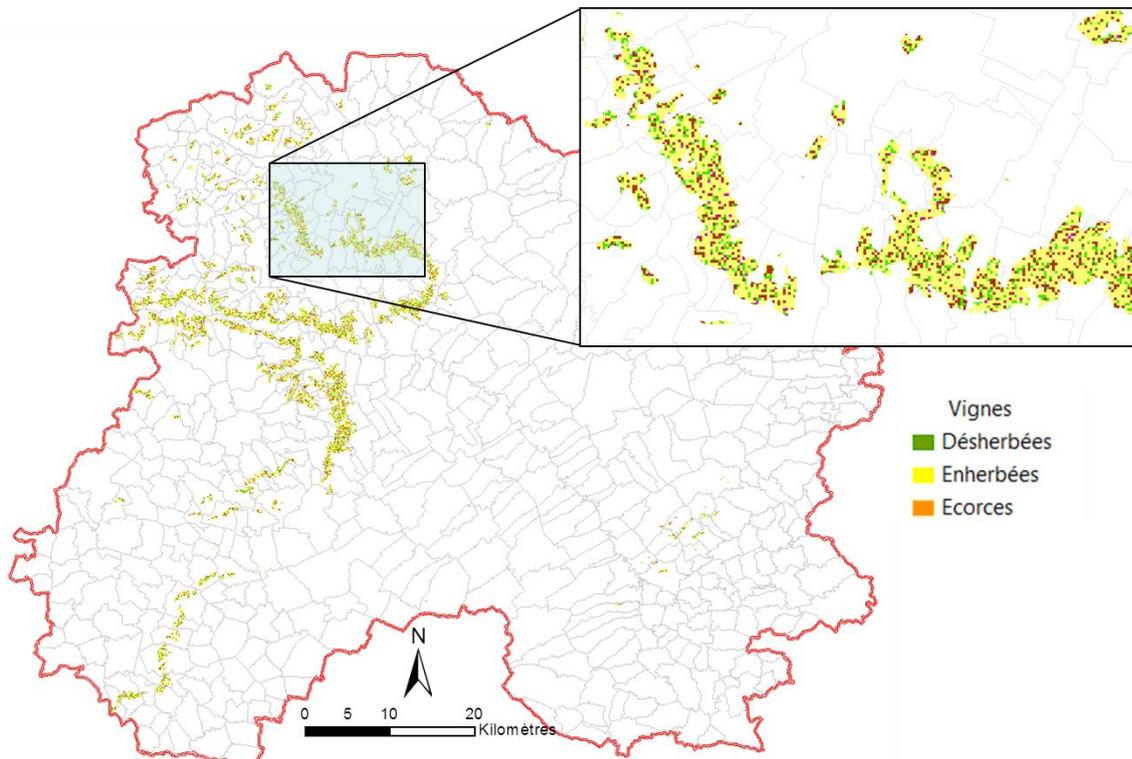
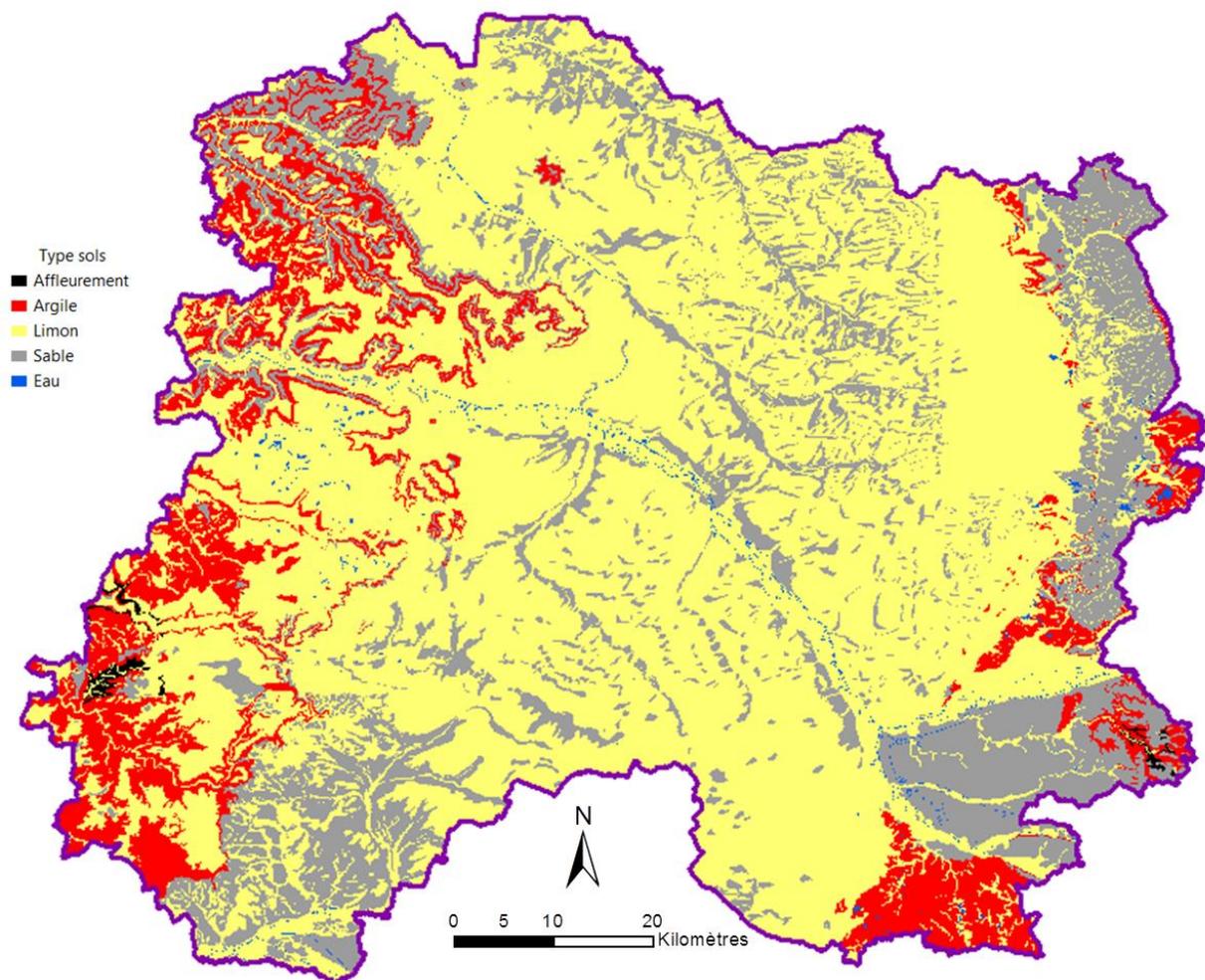


Illustration 16 - Répartition statistique au sein du vignoble entre vignes labourées, desherbées et enherbées.

### **La texture simplifiée**

L'interprétation des cartes géologiques au 1/50.000 a permis de classer les sols en fonction de leur texture dominante probable : argileuse, limoneuse ou sableuse. Cette interprétation résulte de l'impossibilité d'accès à la cartographie des sols existant au niveau des communes viticoles. Cette cartographie est alors combinée à l'occupation du sol, de façon à produire une cartographie des formations pédopaysagères. (Illustration 17)

L'inventaire des glissements de terrain de la Vallée de la Marne réalisé entre 2005 et 2010 par le BRGM et pour la DDT51, a également été pris en compte pour la qualification des formations superficielles et la définition des entités pédopaysagères. Ne disposant pas de la carte pédologique et en voulant s'approcher le plus précisément possible de la nature intrinsèque des formations superficielles, le BRGM a intégré les coulées récentes et les coulées anciennes.



*Illustration 17 - Carte simplifiée des formations superficielles*

## Formations Pédo-paysagères

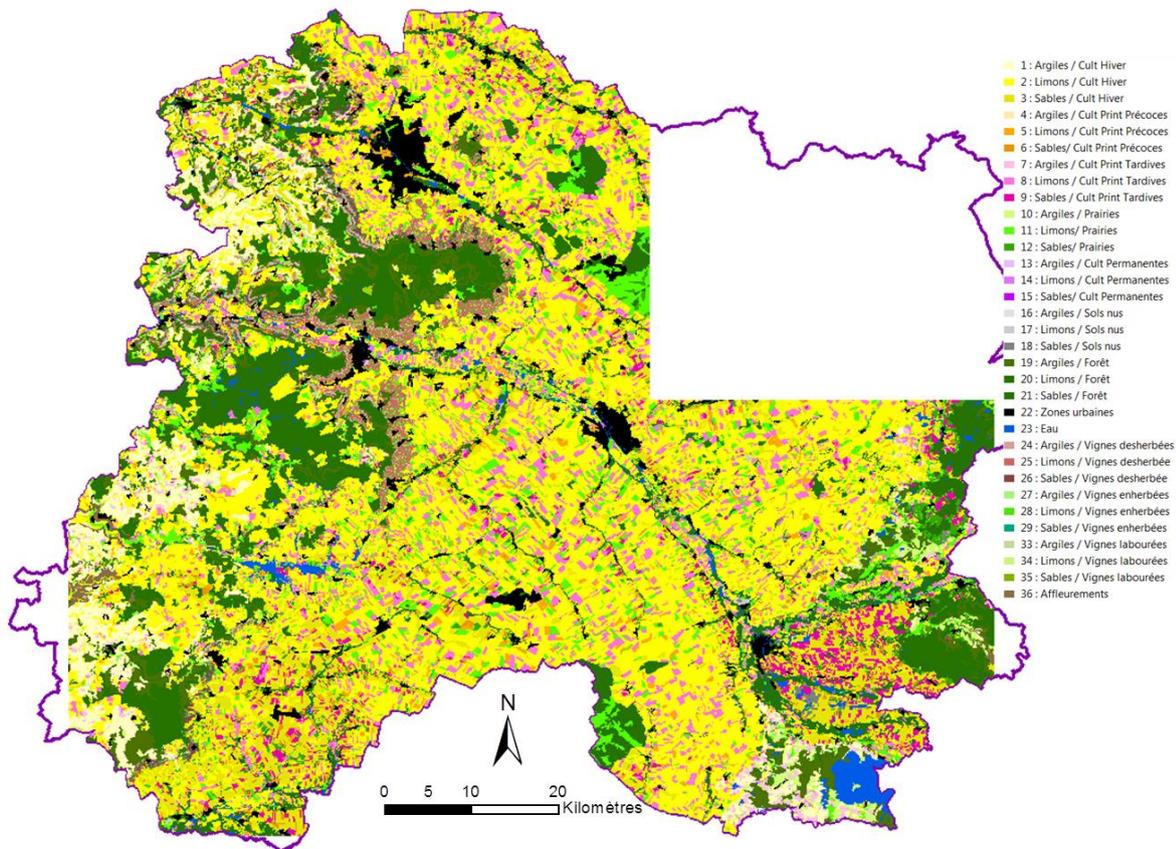


Illustration 18 - Croisement pédologie x occupation du sol (sur les zones de vignobles qui n'existe pas dans la zone nord-est de la Marne )

Le croisement de la pédologie simplifiée avec l'occupation du sol donne 33 classes. (Illustration 18). Pour chaque classe, les paramètres suivants sont précisés (dire d'expert, bibliographie, données de terrain pour la perméabilité):

- ✓ La capacité d'infiltration ou perméabilité en mm/h (valeurs indiquées pour chaque mois de l'année)
- ✓ Le coefficient de manning qui traduit la rugosité (donnée bibliographique)
- ✓ L'érosion diffuse en g/l (mensuel) pour trois niveaux d'intensité pluviométrique : faible (<10mm/h), moyenne (10 à 40 mm/h) et forte (> 40 mm/h)
- ✓ L'érosion ravinatoire (capacité à générer des ravines)
- ✓ Capacité de transport (ce qui peut ressortir d'aménagements type bandes enherbées, ..)

***Perméabilité des formations pédo-paysagères (Université de Reims -  
Laboratoire GEGENA, Vauchassade, 2015)***

Le ruissellement se déclenche lorsque l'intensité des précipitations dépasse la capacité d'absorption du sol (Ballif, 1989). L'intensité de la pluie, la nature du sol et son utilisation (occupation du sol) conditionnent la répartition entre infiltration et ruissellement (Le Bissonnais & Morel, 1996). Plus l'eau s'infiltré, moins il y a de ruissellement. Ainsi, les connaissances sur les propriétés hydriques des sols sont essentielles pour comprendre et prédire l'infiltration, le ruissellement et l'érosion.

La conductivité hydraulique à saturation ( $K_s$ ) correspond à la capacité limite d'infiltration du sol saturé. Elle permet d'avoir une information sur la vitesse d'infiltration possible de l'eau dans le sol et donc d'évaluer le ruissellement. Elle est influencée par de nombreux facteurs notamment la nature du sol, sa texture, sa porosité, son activité biologique et son mode d'occupation.

La texture a une influence significative sur le  $K_s$  de par son lien étroit avec la porosité. En effet, un sable grossier est composé en majorité de gros pores et possède donc une conductivité hydraulique à saturation élevée tandis qu'un sol argileux est composé de petits pores, ce qui rend l'infiltration plus lente et donc le  $K_s$  plus faible (à pondérer par la présence de macropore). Le climat peut également entraîner des modifications importantes de la conductivité hydraulique, notamment par le développement de fissures liées à la dessiccation (Coquet et al., 2001).

Ainsi, de manière générale, l'eau s'infiltré rapidement dans un sol sableux, moyennement dans un sol limoneux et lentement dans un sol argileux. Les valeurs de référence de la conductivité hydraulique saturée pour un nombre de classes de texture sont : (PROSENSOLS, 2013)

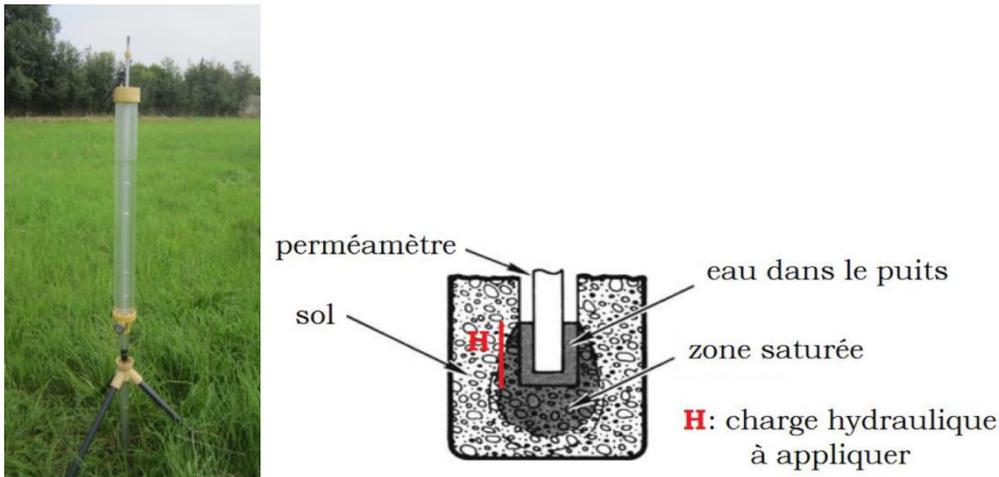
- pour les terrains sableux: 20-85 mm/h
- pour les terrains sablo-limoneux: 8-40 mm/h
- pour les terrains limoneux: 4-30 mm/h
- pour les terrains limono-argileux: 0,2-6 mm/h
- pour les terrains argileux: 0,04-2 mm/h

De manière générale, les couches de sol travaillées ont une structure hétérogène dans l'espace et dans le temps. Par exemple, dans un champ, si la mesure de  $K_s$  est réalisée sur un lit de semence, sur la semelle de labour ou autre, alors sa valeur varie et pourtant le type de sol reste le même (Coquet et al., 2001). De même, au cours d'un essai, un sol de forêt non remanié peut présenter des valeurs très différentes suivant l'activité biologique en présence.

Par ailleurs, l'état de surface du sol peut avoir un impact non négligeable sur la valeur du  $K_s$  notamment avec la formation de croûte de battance qui réduit l'infiltrabilité du sol. Cet état de surface est variable au cours de l'année. La capacité d'infiltration est aussi déterminée par la structure du sol. L'eau s'infiltré plus facilement dans un sol constitué d'agrégats bien distincts que dans un sol peu structuré (PROSENSOLS, 2013).

Ceci prouve que le  $K_s$  est un paramètre très variable spatialement et temporellement, d'où la nécessité de réaliser un nombre de mesures statiquement représentatif par unité pédo-paysagère.

La zone d'étude est donc découpée spatialement en fonction des deux paramètres majeurs influençant les valeurs de  $K_s$  : texture dominante des sols et occupation du sol. Douze entités principales ont été définies. Dans chacune d'elles, une série de mesures a été réalisée à l'aide d'un perméamètre de Guelph (*Illustration 19*). (Soil Moisture Equipment Corp., Santa Barbara, CA, USA). Cette compilation de données a été complétée par des valeurs de  $K_s$  récupérées dans des études antérieures effectuées sur les communes viticoles de la Marne.



*Illustration 19 - Perméamètre de Guelph*

A partir de plus de 200 mesures ponctuelles de  $K_s$  réalisées sur ces entités pédo-paysagères, et après une analyse statistique consistant à éliminer les valeurs extrêmes inhabituelles au vu de la distribution des données, la carte des conductivités hydrauliques à saturation des différentes entités définies dans les communes viticoles a été établie. (*Illustration 20*)

A défaut de ne pas avoir la carte pédologique, le BRGM a toutefois approché la texture dominante du sol et notamment en prenant en compte les formations superficielles de type coulées récentes et coulées anciennes.

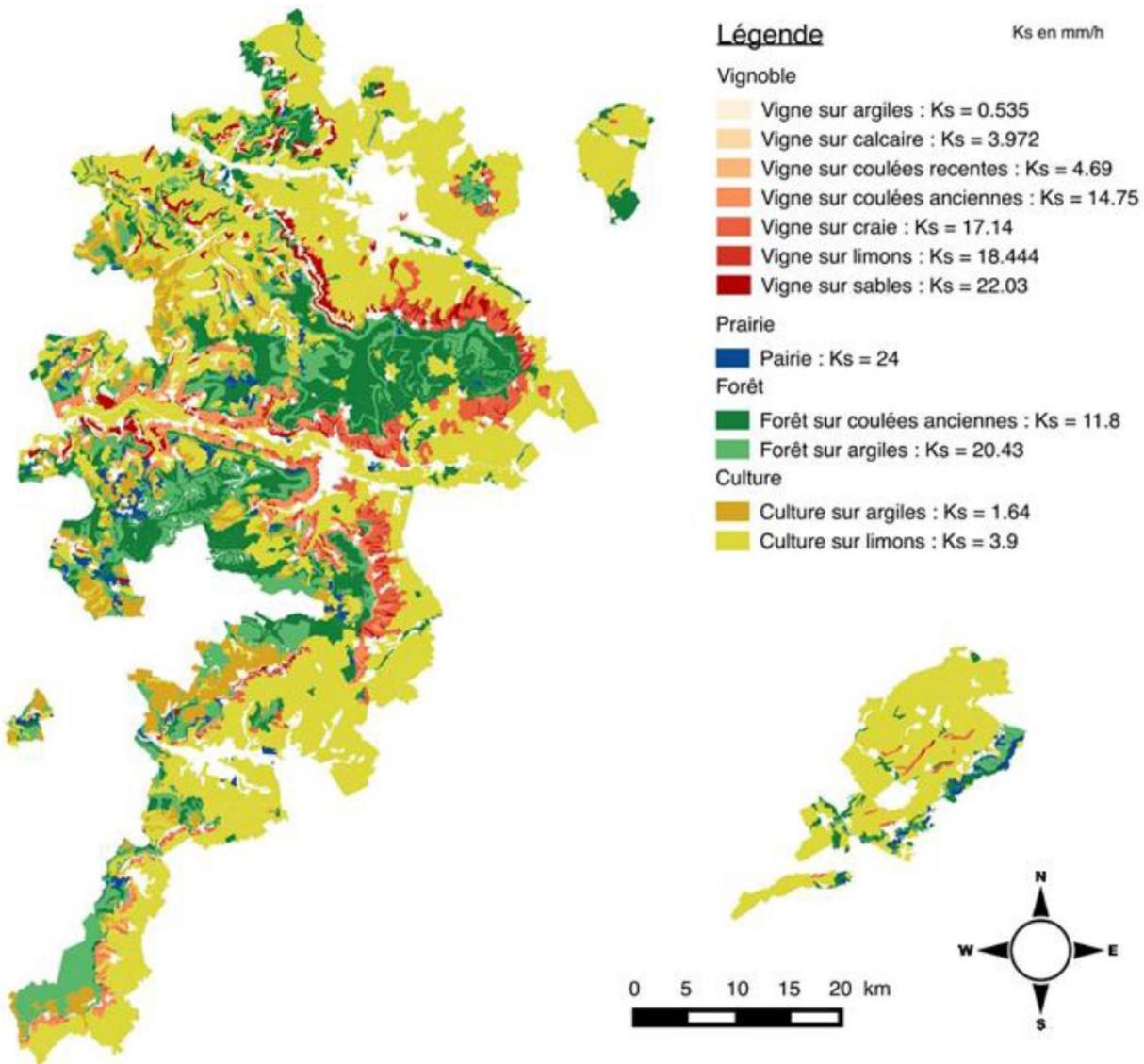
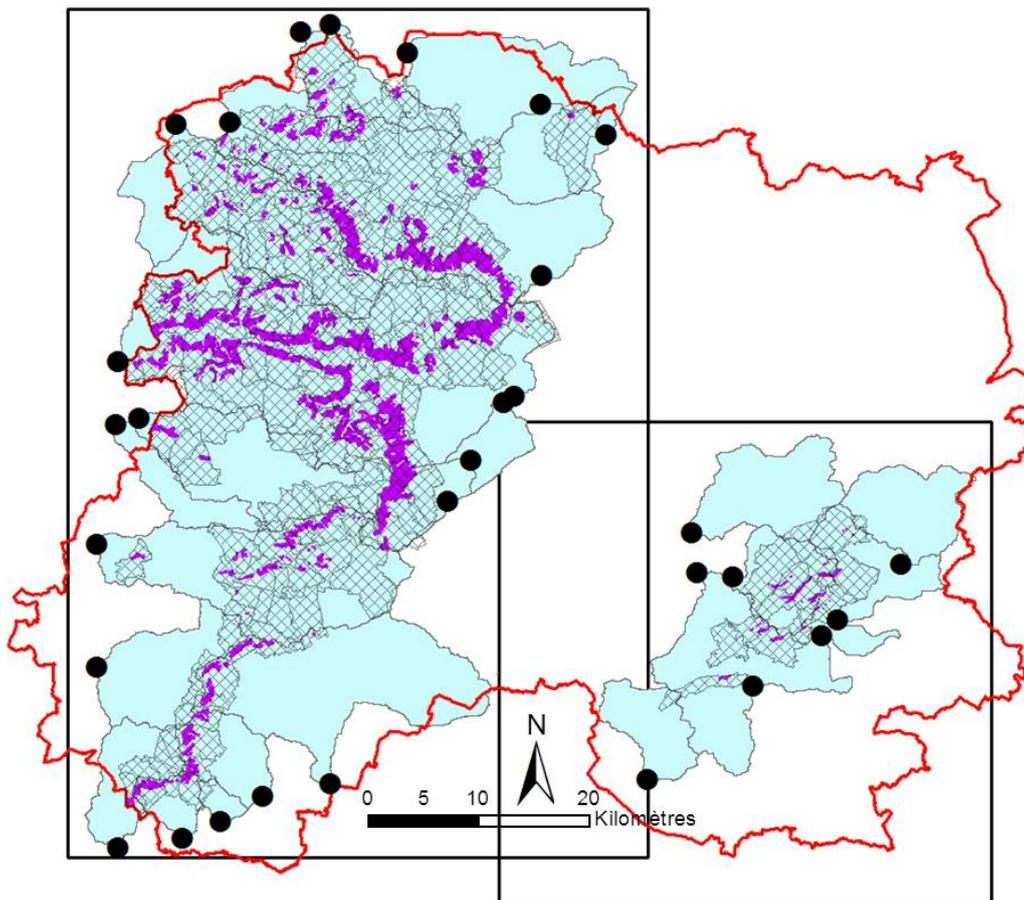


Illustration 20 - Cartographie de la perméabilité des sols (Ks en mm/h)

### 3.1.2. Identifications des zones cibles

La zone de modélisation doit correspondre à des entités hydrologiques (bassins versants). Aussi, nous avons pris les communes viticoles de la Marne (en bleu sur l'illustration 21, avec superposition en violet du parcellaire viticole), et calculé à partir du MNT (module Hydrologie d'ArcGis) l'ensemble des sous-bassins versants permettant une couverture totale des communes. Deux secteurs ont été définis afin d'alléger les temps de calcul. 361 bassins versants sont ainsi identifiés.



*Illustration 21 : Définition de l'emprise de la modélisation*

Nous avons alors, après superposition du parcellaire viticole provenant de la carte de l'occupation du sol, classé les bassins versants en 4 catégories par rapport aux enjeux (*Illustration 22*) :

- ✓ Bassin versant viticoles situés en amont (98 identifiés) des enjeux ;
- ✓ Bassin versant non viticoles situés en amont des enjeux (170 identifiés) ;
- ✓ Bassin versant situés en aval des enjeux (80 identifiés) ;
- ✓ Bassin versant situés hors zone (17 identifiés).

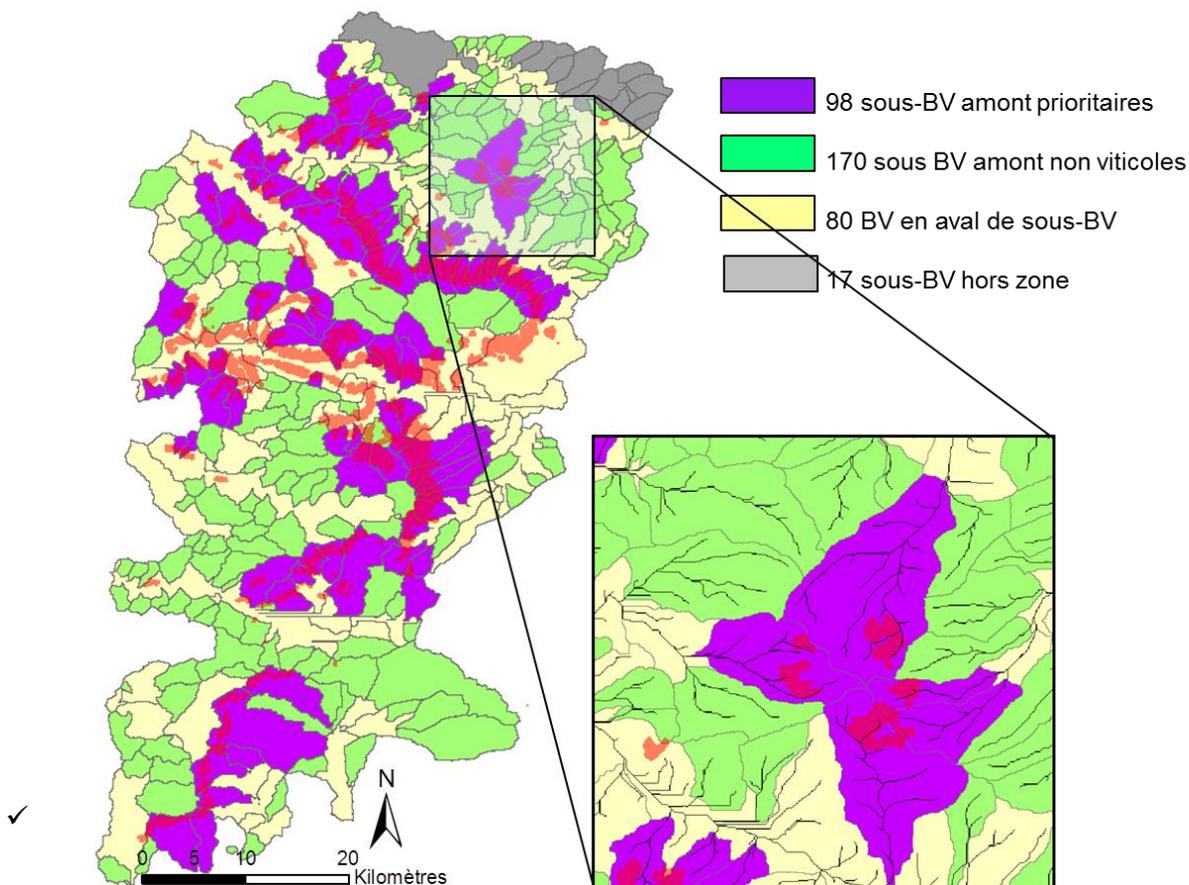


Illustration 22 - Identification des bassins versants cibles pour le choix des communes tests.

Les bassins versants proposés au Comité de Pilotage sont donc les unités présentant des enjeux, principalement des zones urbanisées à l'exutoire.

### 3.1.3. Modélisations à l'échelle de l'ensemble des communes viticoles

Suite au paramétrage des formations pédo-paysagères, les différentes couches d'informations requises par Watersed (10) sont calculées : Altitude, Cumul et Durée de l'évènement, Pluie d'imbibition, Erosion diffuse, Capacité d'infiltration, Rugosité, Erosion ravinaire, Capacité de transport et Réseau hydrographique. (Illustration 23)

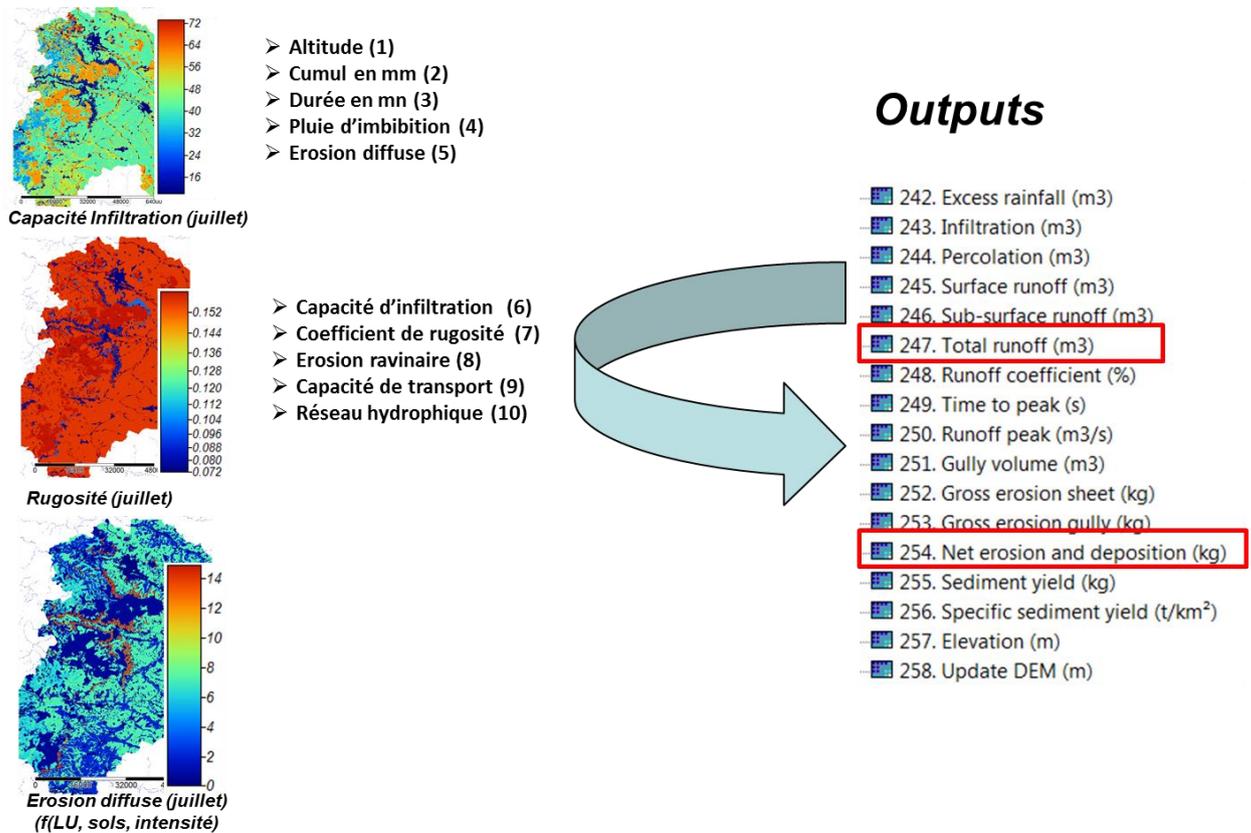


Illustration 23 - Elaboration des différentes couches d'entrée dans Watershed

Les 10 modélisations correspondant aux deux scénarii climatiques sont alors lancées.

Ces modélisations permettent de calculer en particulier les volumes écoulés et le transfert sédimentaire pour les différents évènements.

Les *Illustration 24* et *Illustration 25* sont un exemple de restitution sur la commune de Bazancourt. L'objectif ici n'est pas de montrer l'impact dans une zone de pente ou viticole mais un exemple des transferts de sédiments et de ruissellement même sur une zone topographiquement plane

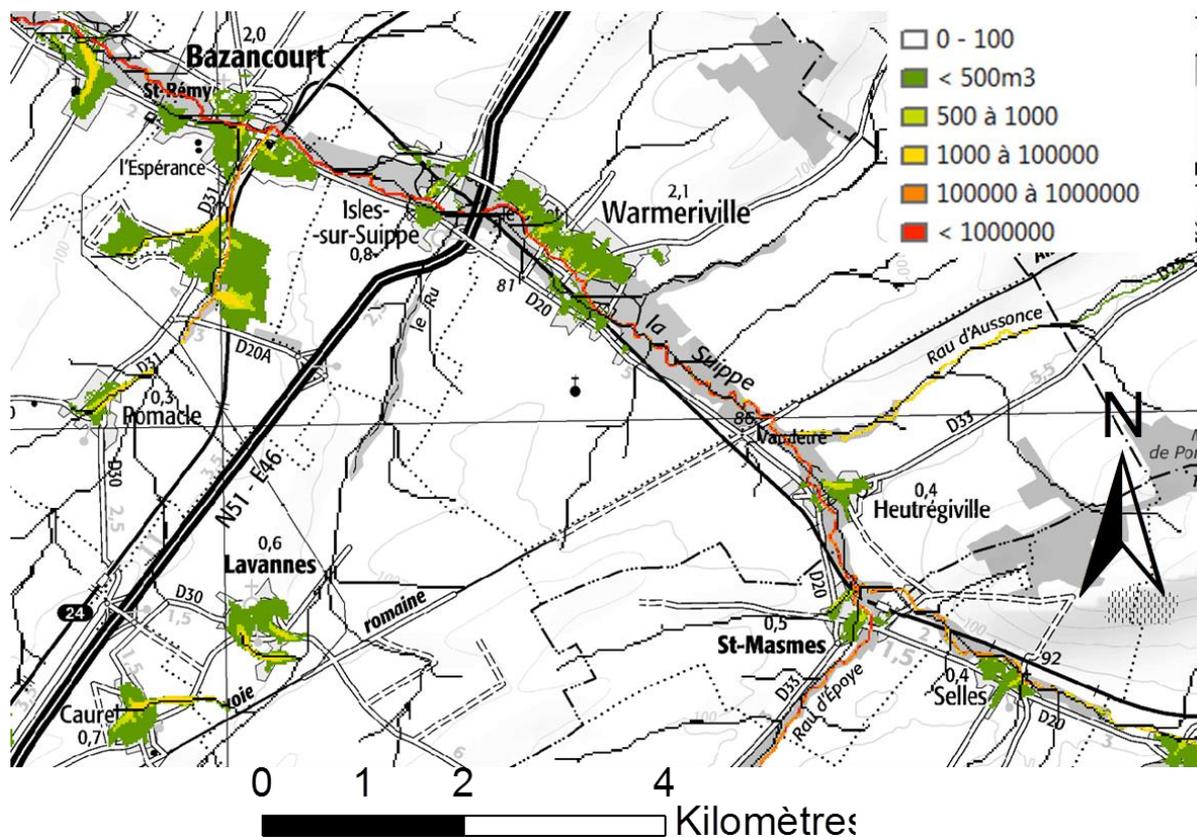


Illustration 24 - Exemple de restitution pour la modélisation des écoulements – (Simulation Watersed) – Ecoulements en m3

Les simulations à l'échelle de l'ensemble des communes viticoles de la Marne, analysées plus spécifiquement sur les 98 sous-BV partiellement viticoles montrent :

- Des taux de ruissellement importants sur les évènements extrêmes (30 à 40% sur certains bassins versants) ;
- Des taux d'érosion pouvant sembler limités au niveau du versant, (par rapport à des taux observés en bibliographie au niveau de la parcelle) (< 1t/ha pour une pluie centennale, valeur à l'exutoire) ;
- Des taux d'érosion localement importants, mais avec des re-dépôts en aval potentiellement important (nécessite un calage amélioré) ;
- Une très forte variabilité d'un bassin à l'autre, surtout liée (1) à la taille et (2) à la distribution de l'occupation du sol.

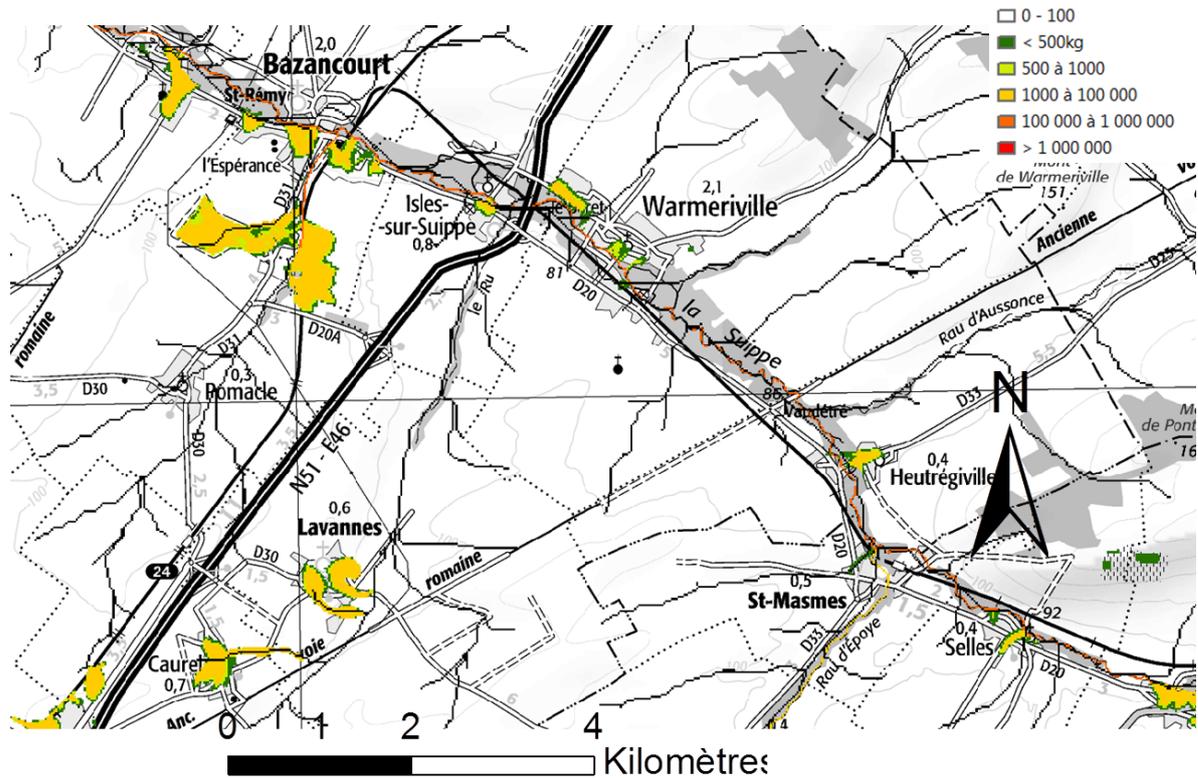


Illustration 25 - Exemple de restitution pour la modélisation du Transfert sédimentaire en kg – (Simulation Watersed)

L'intérêt majeur de ces modélisations à échelle intermédiaire entre le département et les bassins versants sélectionnés par le COPIL est de mettre en avant les bassins versants présentant l'aléa érosion le plus important. En effet, on ne peut envisager de regarder à haute échelle les cartographies résultantes, le MNT de base étant à l'échelle de 25m. Cette seconde phase doit permettre de situer les niveaux d'aléas dans les différents bassins, afin d'aider à l'identification de deux d'entre eux.

On peut vérifier la cohérence des différentes simulations pour chaque bassin versant. En effet, pour chaque bassin versant et chacune des 10 simulations pluviométriques, on obtient par bassin versant le volume ruisselé en m<sup>3</sup> et le volume érodé en kg.

A partir de cela, il est possible de calculer le pourcentage de ruissellement et le taux d'érosion en Tonne/ha, après prise en compte de la surface du bassin versant et du volume de pluie tombé sur chaque bassin.

L'ensemble de ces descripteurs par bassin versant va alors permettre de proposer, après prise en compte des enjeux (habitat) une série de bassins versants potentiellement favorables pour l'étude à haute résolution.

Les illustrations suivantes (Illustration 26, Illustration 27 et Illustration 28) montrent un exemple de résultats pour les 4 petits bassins versants viticoles situés à proximité de Cernay les Reims et Nogent l'Abbesse. Le premier niveau de sélection a identifié ces bassins comme étant des têtes de bassins versant. La superposition avec d'une part le parcellaire viticole (en rouge sur l'illustration 26) et d'autre part les enjeux (zones d'habitat) rend ces bassins

versants potentiellement intéressants pour la phase suivante de l'étude. Les sous-bassins versants mis en vert sont aussi des têtes de bassins, mais sans aucune viticulture. Ils sont donc écartés.

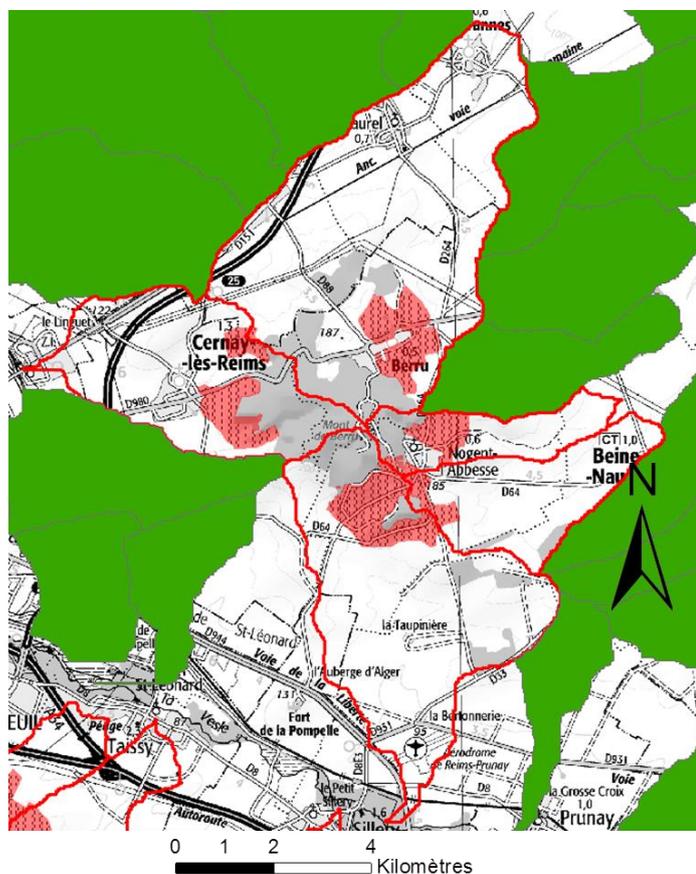


Illustration 26 - Les bassins versants de la zone de Cernay-les-Reims

A titre d'exemple, on peut observer sur ces 4 unités des niveaux de ruissellements allant de 4000m<sup>3</sup> à plus de 10000m<sup>3</sup> pour des pluies de juillet sur sols secs, avec périodes de retour 5 ans (23mm) à 100 ans (42mm).

Sur ces mêmes unités, on peut constater que pour une même pluie, le ruissellement est plus conséquent en hiver qu'au printemps ou en été, du fait d'une protection des sols par la végétation différente.

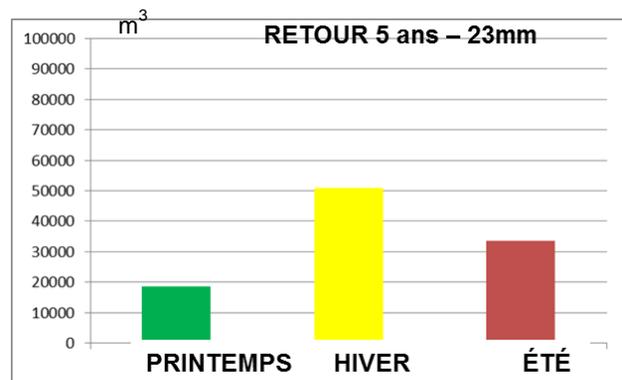
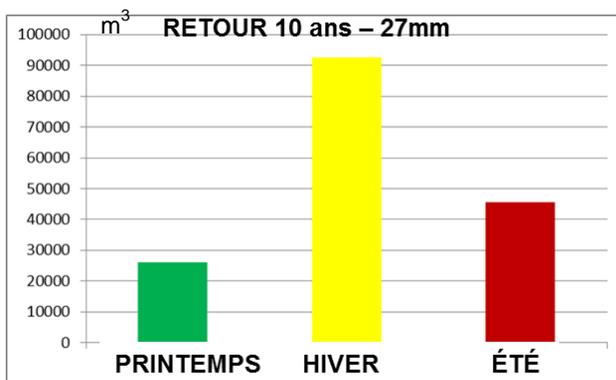
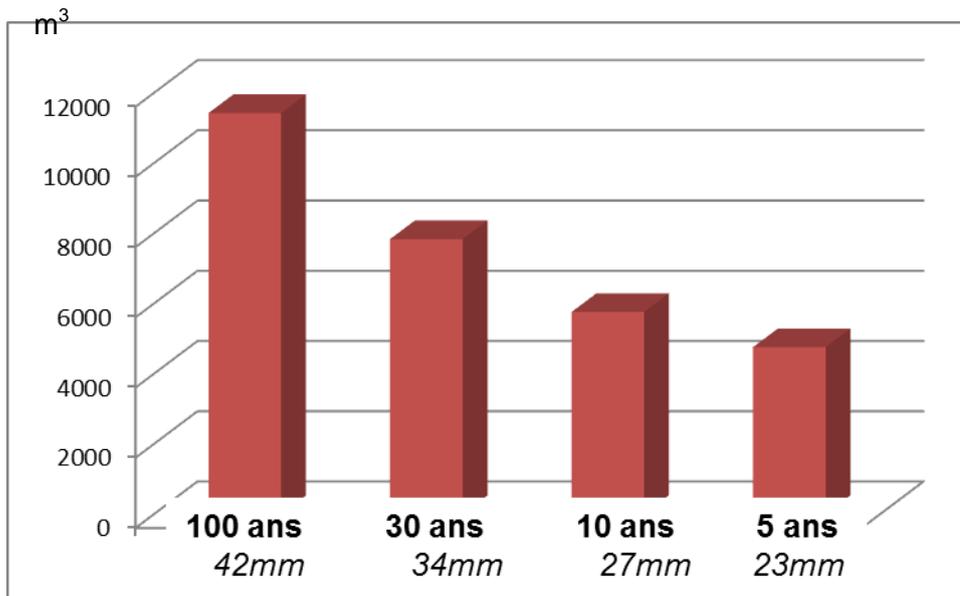


Illustration 28 - Scenario 2 Printemps – Hiver – Été (périodes de retour 5 et 10 ans)

A l'issue de cette phase d'analyse à une échelle intermédiaire, une série de communes a été présentée en Comité de Pilotage, en intégrant les paramètres que sont :

- ✓ les taux de ruissellement et d'érosion par bassin versant ;
- ✓ Les enjeux (zones urbaines) et leur position par rapport à la zone d'érosion et de ruissellement (amont/aval)
- ✓ La disponibilité via les ASA de cartographie du vignoble à l'échelle parcellaire.

### 3.2. IDENTIFICATION DES COMMUNES POUR L'APPROCHE A HAUTE RESOLUTION

L'ensemble des différents secteurs combinant les bassins versants présentent :

- un aléa fort (ruissellement et érosion) pour les différentes simulations réalisées ;

- des enjeux importants identifiés validés par le Comité de Pilotage organisé le 28 avril 2016. Le COPIL, prenant en considération des paramètres complémentaires comme un historique remarquable (coulées, inondations, réalisations d'ouvrages) a identifié les communes suivantes :
  - Sermiers présentant selon la Chambre d'agriculture, des coulées dans le village.
  - Ay présentant des enjeux importants en termes de sécurité civile. L'exutoire sur Ay est busé.
  - Dizy présentant aussi des enjeux importants en termes de sécurité civile.
  - Nogent (enjeu qualité de l'eau).

Suite à la validation du compte rendu par la DDT et la chambre d'agriculture de la Marne, **le choix final des deux zones d'étude porte sur les bassins versants de Sermiers (Illustration 29) et de Dizy (Illustration 30).**

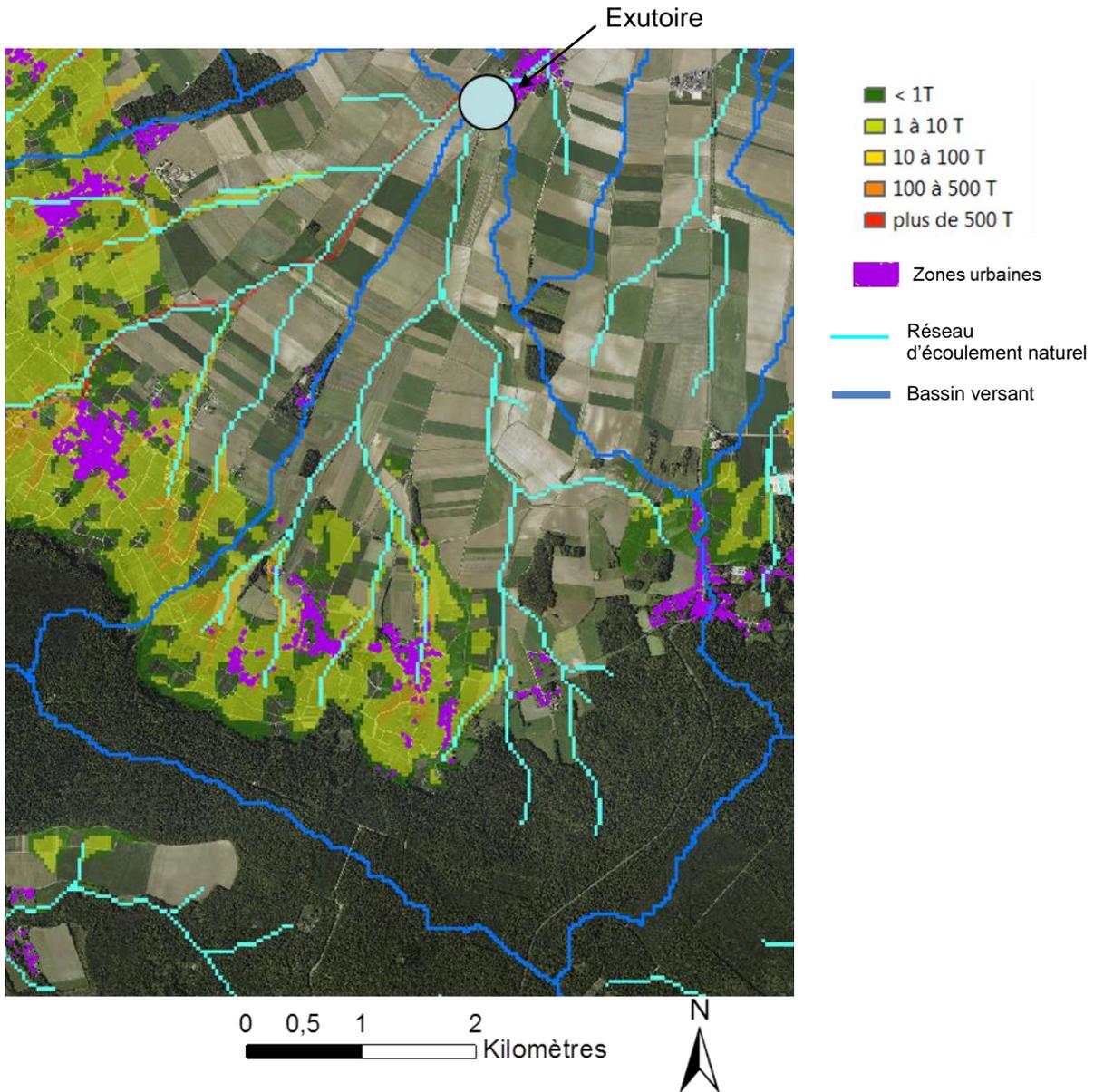


Illustration 29 - Simulations n°1 (42mm – 1 heure) sur SERMIERS

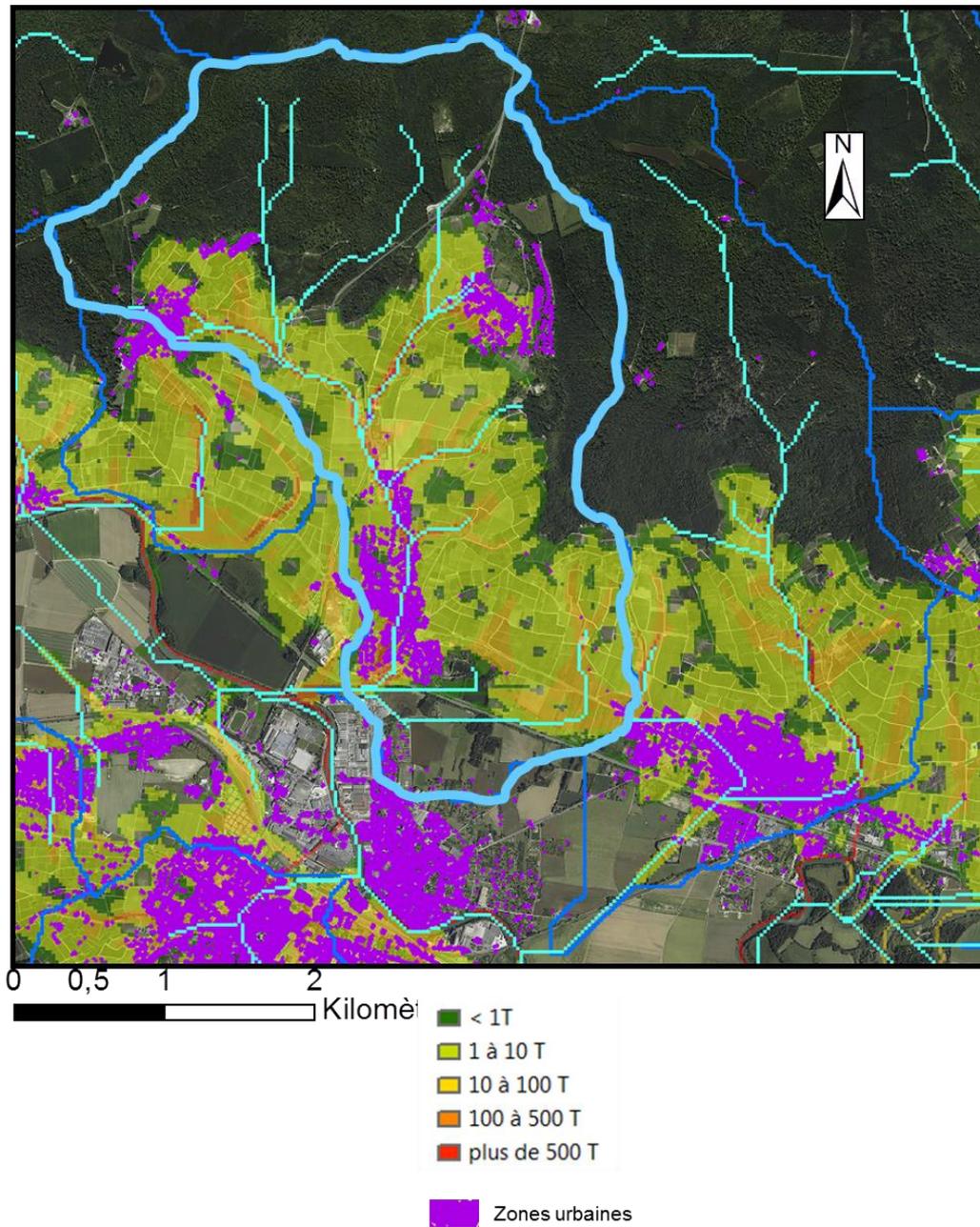


Illustration 30 - Simulations n°1 (42mm – 1 heure) sur Ay et Dizy



## 4. P3 - Modélisation de l'érosion à l'échelle des communes viticoles sélectionnées

Cette étape se focalise sur les communes viticoles identifiées avec une sensibilité à l'érosion forte (Illustration 8), à savoir la commune de Dizy et la commune de Sermiers. L'objectif est de démontrer l'impact des techniques de conservation des sols (enherbement de l'inter-rang, enherbement des tournières) sur la réduction du ruissellement et de l'érosion des sols à l'échelle de la parcelle et à l'échelle du bassin versant. Trois scénarios d'occupation des sols ont été considérés, afin de simuler la généralisation progressive de ces techniques sur le vignoble champenois :

- ✓ **Scénario 1** : occupation des sols passée (années 2000); 80% des vignes sont désherbées et 20% des vignes sont enherbées ; proportions identiques pour les deux communes ; aucunes tournières aux limites de parcelles,
- ✓ **Scénario 2** : occupation des sols actuelle (année 2016) et observée ; proportion des différents types de vignes issue de la cartographie haute résolution réalisée sur chacune des communes (décrit ci-dessous au paragraphe 4.1.2) ; enherbement des fourrières de chaque parcelle de vigne ; schéma de gestion des eaux pluviales pour la commune de Dizy,
- ✓ **Scénario 3** : occupation des sols future ; 20% des vignes sont désherbées et 80% des vignes sont enherbées ; enherbement des fourrières de chaque parcelle de vigne ; schéma de gestion des eaux pluviales pour la commune de Dizy.

Ces scénarios sont testés suivant les 10 évènements de pluie tel que définis au point 3.1.1. Pour chaque combinaison scénario – évènement de pluie, la modélisation du ruissellement et de l'érosion des sols est réalisée à l'aide du modèle WATERSED.

### 4.1. ETAPES PRELIMINAIRES

#### 4.1.1. Réseau de circulation du ruissellement

La topographie est obtenue à partir du modèle numérique de terrain (MNT) de l'IGN à maille de 5 m où pour chaque maille une altitude est exprimée en m NGF.

Une modélisation fine du ruissellement nécessite une connaissance détaillée du réseau de circulation du ruissellement sur les communes étudiées. L'ensemble des axes de ruissellement et des ouvrages hydrauliques susceptibles de modifier la réponse hydrologique du bassin versant doivent ainsi être considérés.

Sur la commune de Dizy, le réseau de circulation du ruissellement brut (dérivé de la topographie) est modifié par la présence d'un schéma de gestion des eaux pluviales comprenant des axes de ruissellement anthropiques (fossé, buse, voirie, etc.) connectant des ouvrages tampons disposés en cascade au sein du bassin versant. A partir des documents transmis par le Syndicat de Bassin Versant Champillon Dizy Hautvilliers Saint-Imoge, le BRGM a affiné ce réseau de circulation du ruissellement et reproduit les connexions inter-ouvrages

indiquées dans ces documents. Le schéma de gestion des eaux pluviales installé sur la commune de Dizy est détaillé sur l'illustration 31. Le volume de stockage de chacun des ouvrages est détaillé dans l'illustration 31.

Identifiant de l'ouvrage	Volume de stockage (m <sup>3</sup> )
6	8 268
8	7 483
9B	1 037
9C	953
11	8 000
10	18 038
17	1531
Bassin Existant	27 000
20	821

Illustration 31 - Volume de stockage de chacun des bassins tampons installés ou en cours d'installation sur la commune de Dizy.

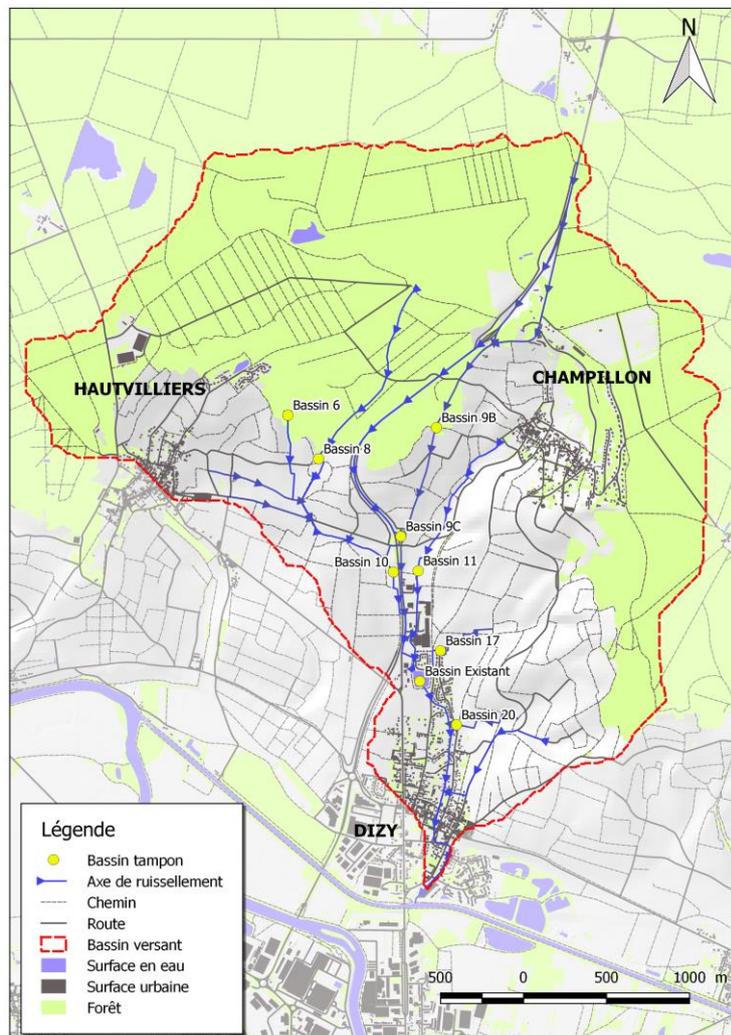
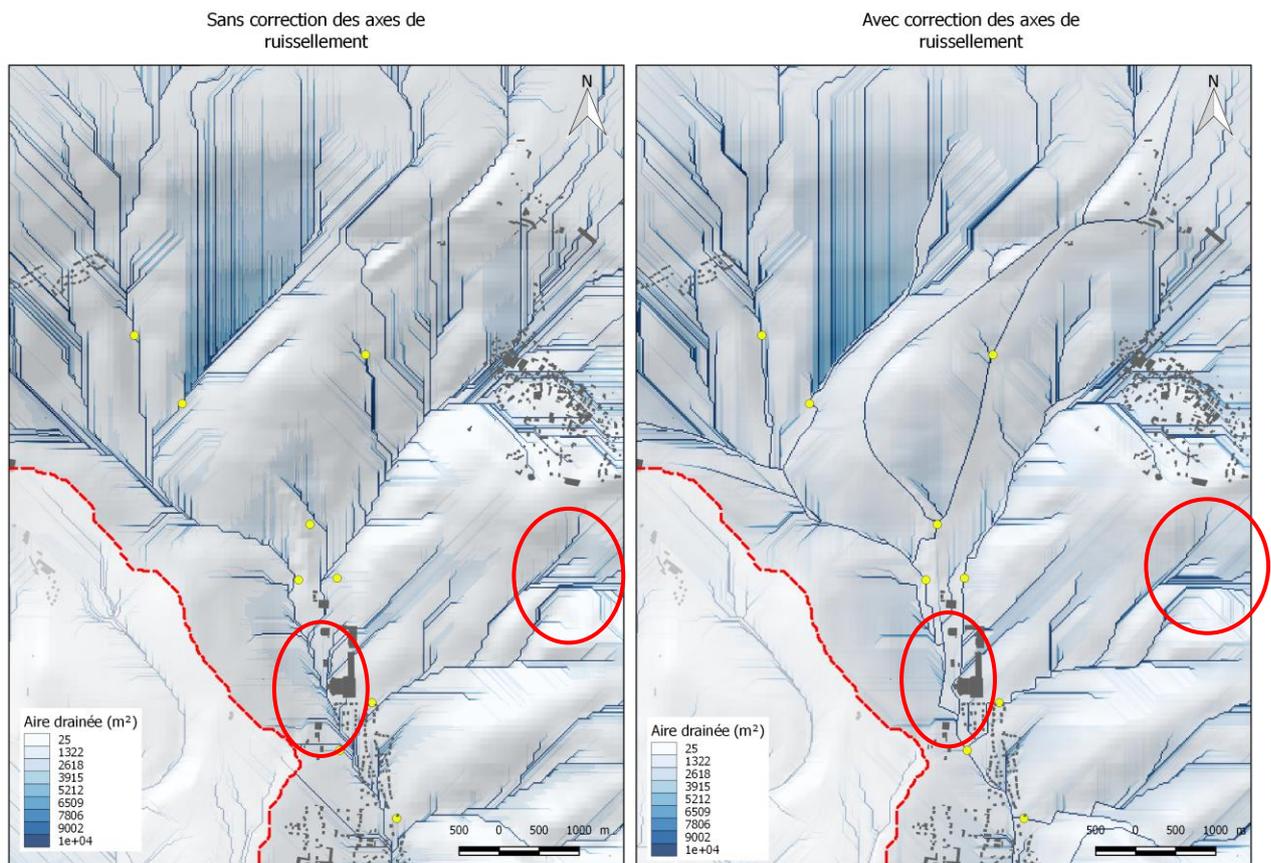


Illustration 32 - Schéma de gestion des eaux pluviales sur la commune de Dizy (réseau de circulation du ruissellement anthropique et bassins tampons).

Sur la commune de Sermiers, le réseau de circulation du ruissellement brut (réseau obtenu par traitement du modèle numérique d'altitude) est modifié pour correspondre au positionnement de la BD TOPO (Illustration 33). L'étude hydraulique n'ayant pas été fournie, aucun bassin tampon n'est installé sur la commune de Sermiers.

Le réseau de circulation du ruissellement brut (dérivé de la topographie) a donc été modifié de façon à ce que les écoulements circulent selon les réseaux de circulation anthropiques (Illustration 34). Sur la commune de Dizy, un calcul de l'aire drainée pour chaque pixel permet de visualiser la bonne prise en compte de ce réseau et de constater d'importantes différences par rapport au réseau de circulation brut. Suite à ces modifications apportées sur le réseau de circulation du ruissellement, de nouvelles limites sur les bassins versants étudiés ont été définies. Sur la commune de Dizy, le bassin versant draine ainsi une superficie de 1066 ha alors que sur la commune de Sermiers, le bassin versant a une superficie de 1300 ha.



*Illustration 33 - Correction du réseau de circulation du ruissellement brut extrait de la topographie par intégration du réseau de circulation anthropique sur la commune de Dizy.*

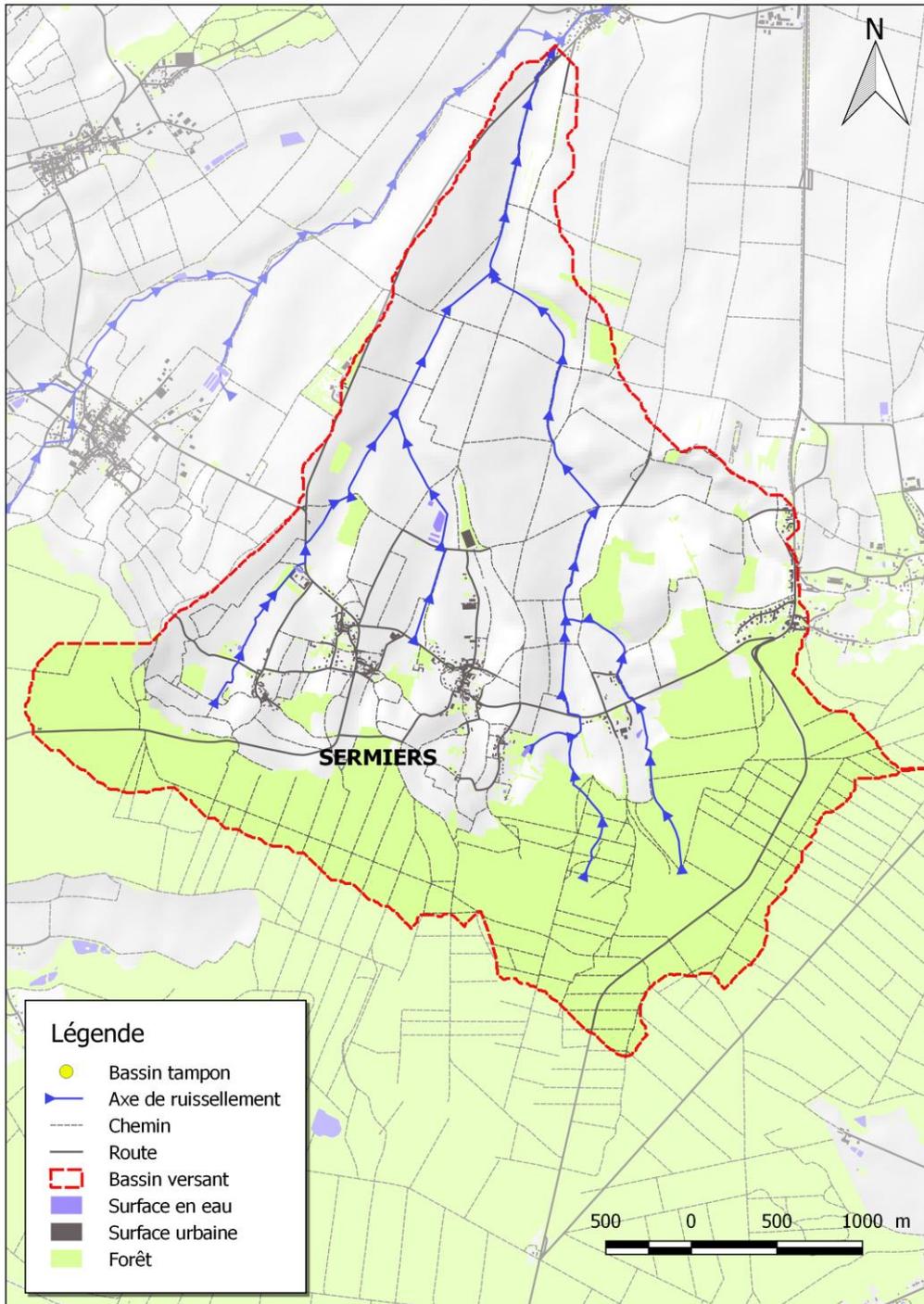


Illustration 34 - Réseau de circulation du ruissellement anthropique sur la commune de Sermiers.

#### 4.1.2. Scénarios d'occupation des sols

##### **Scénario 2 : occupation des sols actuelle**

Une cartographie des pratiques culturales appliquées sur les vignes à une précision cadastrale a été réalisée par une reconnaissance de terrain sur les bassins versants de Dizy (*Illustration 35*)

et de Sermiers (*Illustration 36*). Cette cartographie détaille d'une part la présence de tournières et d'autre part les pratiques culturales appliquées au niveau des inter-rangs : désherbage, application d'écorces, enherbement partiel ou total. A partir de cette cartographie, trois classes de vignes sont distinguées selon leur sensibilité au ruissellement et à l'érosion des sols :

- ✓ Vignes avec un enherbement pérenne des inter-rangs,
- ✓ Vignes avec des inter-rangs couverts par des écorces et vignes avec un inter-rang sur deux enherbé,
- ✓ Vignes avec un désherbage des inter-rangs.

Les autres classes d'occupation des sols sur ces deux bassins sont obtenues par une combinaison avec le Registre Parcellaire Graphique (RPG) (cultures, prairies et sols nus) et la BD TOPO (forêt, surface en eau, surface urbaine).

Sur le bassin versant de Dizy (*Illustration 37*), les vignes représentent 26% de l'occupation des sols. Les pratiques culturales appliquées sur les inter-rangs des vignes sont dominées par le désherbage (60%), suivi de l'enherbement total (30%) et enfin par l'enherbement partiel ou une protection par des écorces (10%). C'est assez représentatif de ce que le COPIL avait indiqué sachant que les relevés ont été effectués juste avant les vendanges. Les autres classes d'occupation des sols sont représentées par des forêts (51%), des prairies (12%) et des aires urbaines (10%).

Sur le bassin de Sermiers (*Illustration 37*), la proportion de vigne est moindre avec 11.2% de l'occupation des sols. L'ordre des différents types de pratiques culturales est identique à celui précédemment observé avec 72% de vignes désherbées, 26% de vignes enherbées et 2% de vignes partiellement enherbées ou couvertes d'écorces. Les autres classes d'occupation des sols sont représentées par des forêts (51%), des prairies (12%), des aires urbaines (10%) et des grandes cultures (30%).

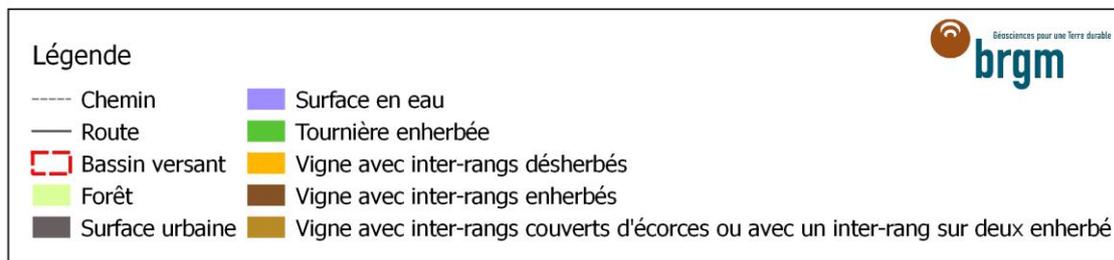
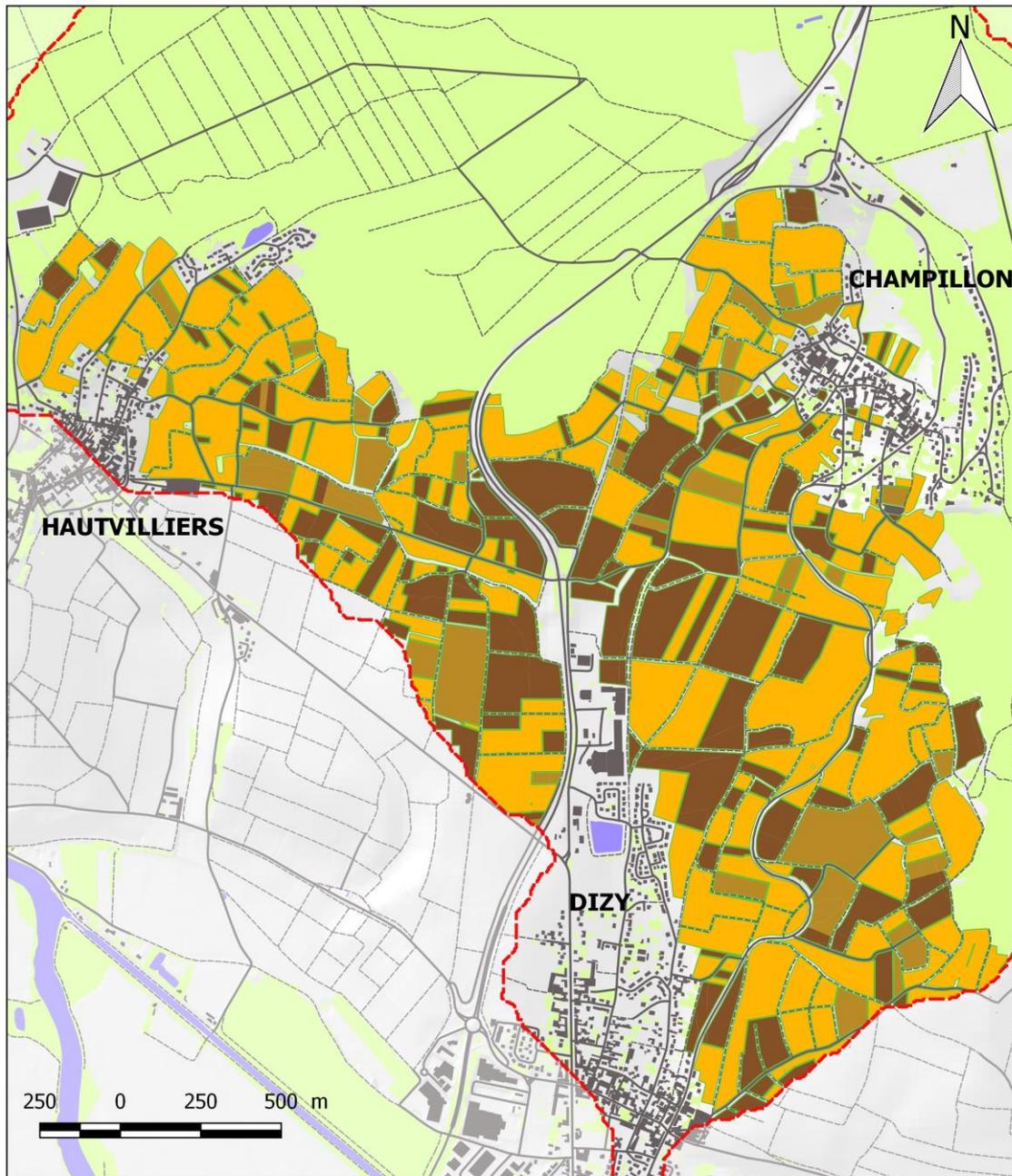


Illustration 35 - Cartographie haute-résolution des pratiques culturales appliquées sur les vignes sur le bassin de Dizy.

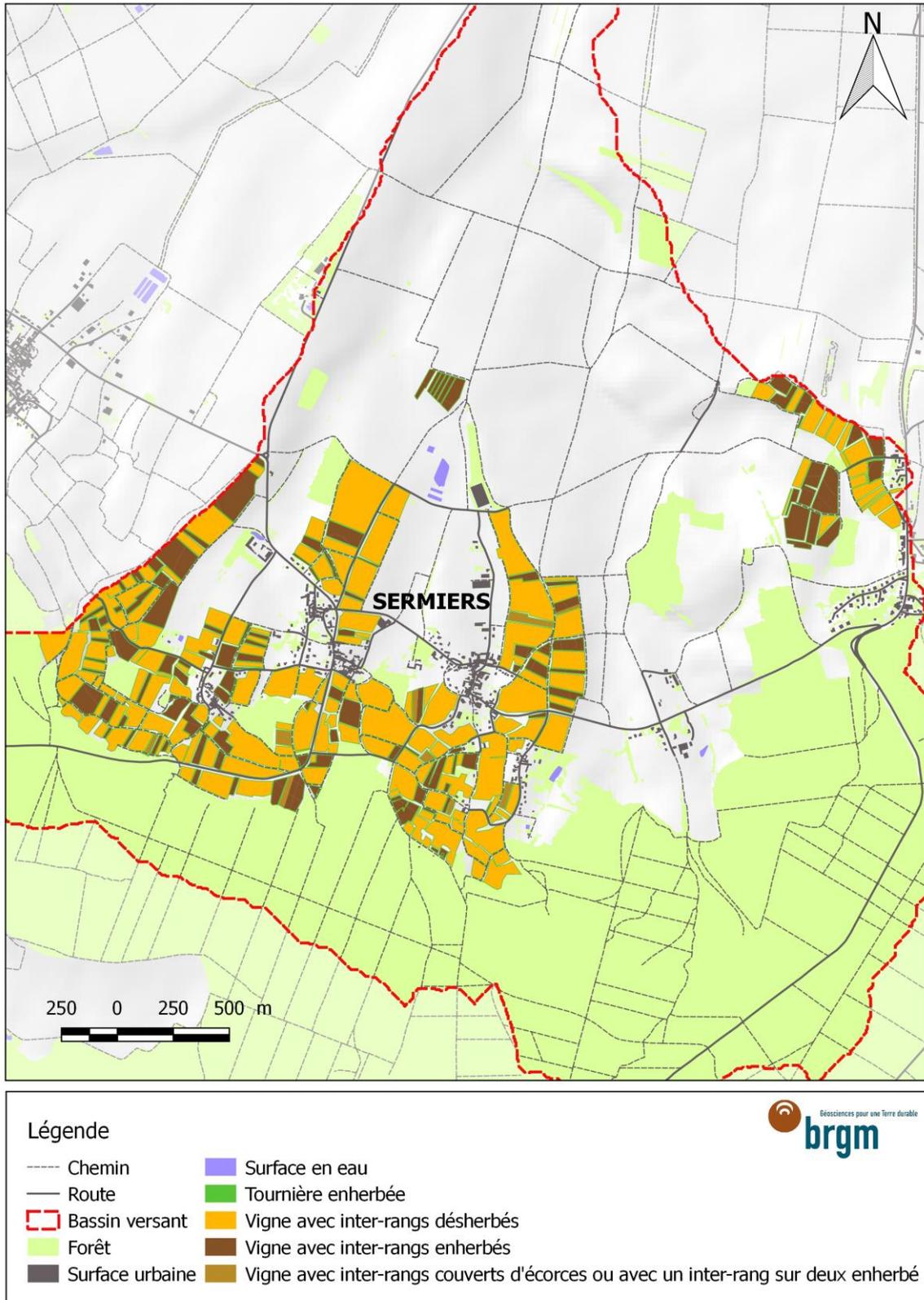


Illustration 36 - Cartographie haute-résolution des pratiques culturales appliquées sur les vignes sur le bassin de Sermiers.

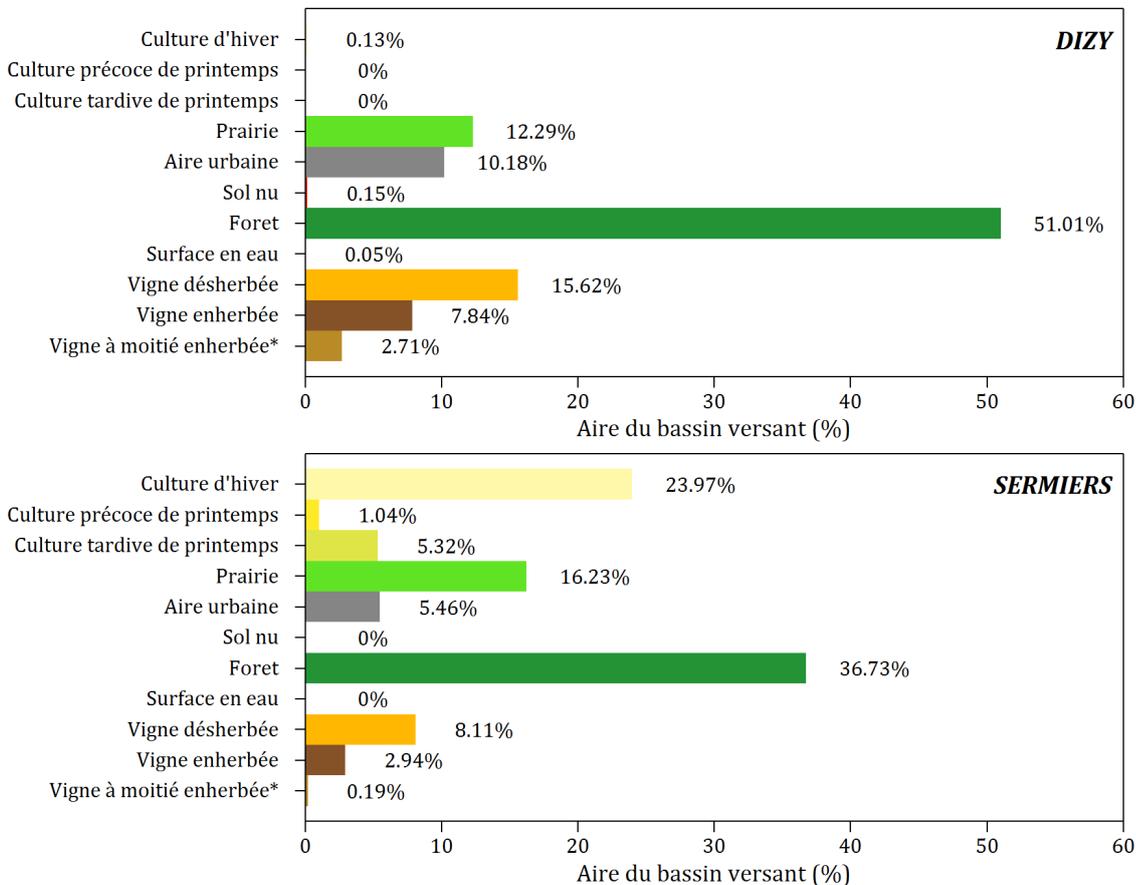


Illustration 37 - Proportion des différentes classes d'occupation des sols sur les bassins de Dizy et de Sermiers. (\* Vigne avec inter-rangs à moitié enherbés ou couvert d'écorces)

### Scénario 1 et 3 : occupation des sols passée et future

A partir de cette répartition des pratiques culturales observées actuellement sur les vignes du bassin de Dizy et de Sermiers, un scénario passé et un scénario futur ont été définis de manière à simuler une généralisation progressive des pratiques de conservation des sols.

Ainsi, entre le Scénario 1 et le Scénario 3, le désherbage des tournières et des inter-rangs diminuent progressivement au profit de l'enherbement total. Les pratiques culturales intermédiaires (enherbement partiel ou la couverture par des écorces) sont minoritaires sur ces deux bassins. Pour cette raison, ces pratiques sont exclues lors de l'établissement des Scénarios 1 et 3.

Le Scénario 1 se place dans les années 2000 où le désherbage est une pratique largement répandue. Pour ce scénario, 80% des vignes sont désherbées et 20% des vignes sont enherbées à la fois pour le bassin de Dizy (Illustration 38) et le bassin de Sermiers (Illustration 39). Les tournières sont également désherbées, leur généralisation datant de 2005.

Le Scénario 3 est un scénario futur où pour 80% des vignes, les inter-rangs sont intégralement enherbés. Toutes les tournières sont également enherbées. A l'inverse, pour 20% des vignes, les inter-rangs restent désherbés.

	Scénario 1 (passé)	Scénario 2 (actuel)	Scénario 3 (futur)
Désherbage	80%	60%	20%
Enherbement partiel ou couverture par des écorces	0%	10%	0%
Enherbement	20%	30%	80%
Tournière	Non	Oui	Oui
Bassin tampon	Non	Oui	Oui

*Illustration 38 - Synthèse des principales caractéristiques définissant le Scénario 1, 2 et 3 sur le bassin de Dizy.*

	Scénario 1 (passé)	Scénario 2 (actuel)	Scénario 3 (futur)
Désherbage	80%	72%	20%
Enherbement partiel ou couverture par des écorces	0%	2%	0%
Enherbement	20%	26%	80%
Tournière	Non	Oui	Oui
Bassin tampon	Non	Non	Non

*Illustration 39 - Synthèse des principales caractéristiques définissant le Scénario 1, 2 et 3 sur le bassin de Sermiers.*

La construction de ces scénarios est réalisée à partir du parcellaire viticole. Chaque parcelle reçoit aléatoirement une pratique culturale tout en veillant à respecter la répartition de ces pratiques à l'échelle du bassin telles que définie dans les scénarios. Les Scénarios 1, 2 et 3 sont présentés sur l'*Illustration 40* pour le bassin de Dizy et sur l'*Illustration 41* pour le bassin de Sermiers.



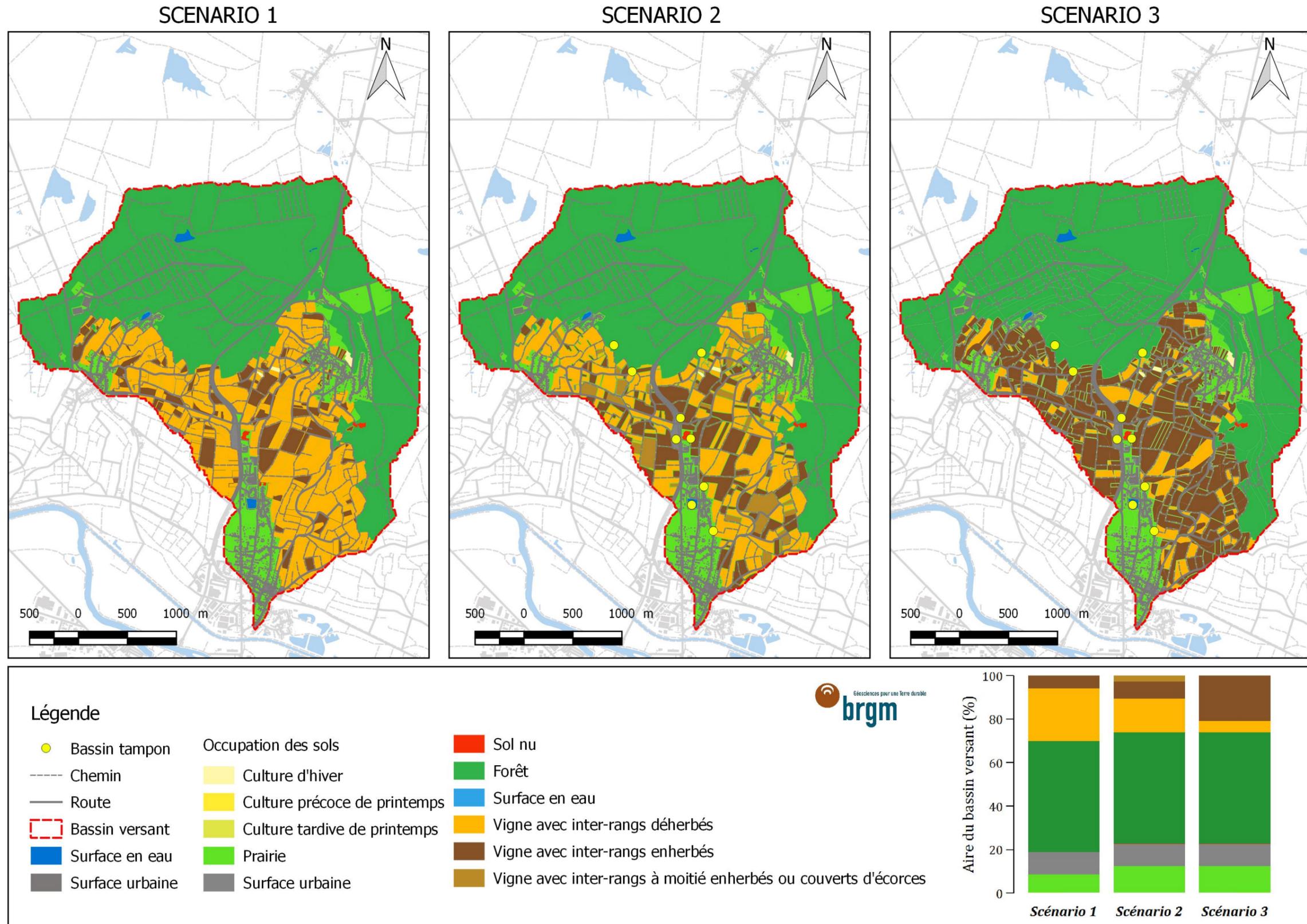


Illustration 40 - Scénarios de pratiques culturales appliqués sur les vignes du bassin versant de Dizy (1 : passé ; 2 : actuel ; 3 : futur).

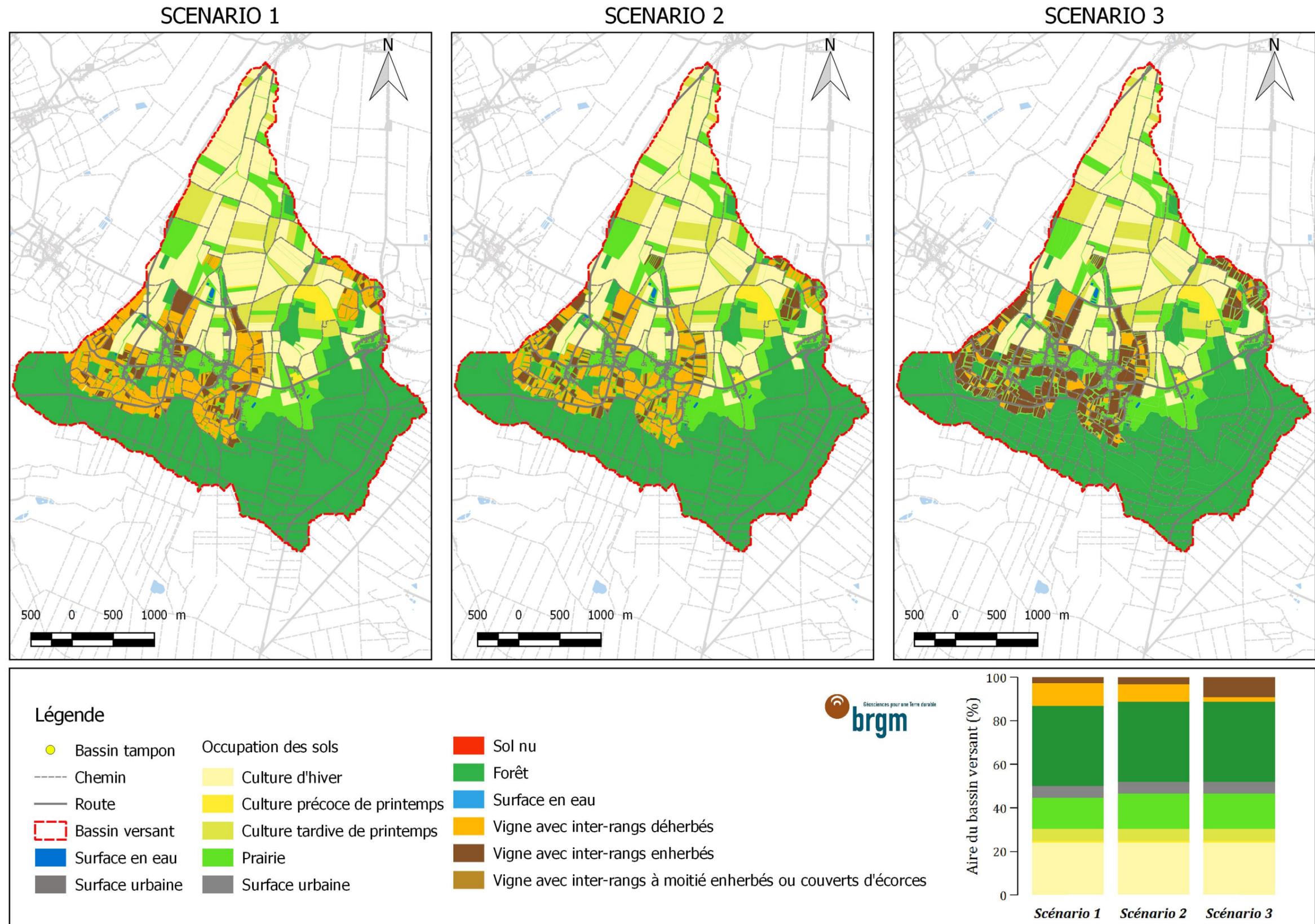


Illustration 41 - Scénarios de pratiques culturales appliqués sur les vignes du bassin versant de Serriers (1 : passé ; 2 : actuel ; 3 : futur).

## **Paramétrage des propriétés physiques des unités pédo-paysagères**

L'étape de paramétrage des propriétés physiques des unités pédo-paysagères est détaillée au point 3.1.1. Des tables de conversion sont utilisés pour dériver les propriétés physiques des sols de chaque unité pédo-paysagère au moment de l'évènement pluvieux. Ces tables ont été développées spécifiquement pour cette étude et ont été bâties à partir des mesures de perméabilité in-situ, de mesures sous pluie naturelle ou artificielle, et d'études antérieures menées par le BRGM ou par des équipes de recherches sur le territoire champenois.

## **Caractérisation de l'aléa climatique**

L'aléa climatique est caractérisé suivant les 10 évènements de pluie précédemment définies en termes de hauteur, de durée et d'intensité au point 3.1.1. Différents antécédents pluvieux sont également considérés de telle manière à reproduire l'état hydrique du sol pour différentes périodes de l'année (décembre, avril et juillet). Plus largement, il s'agit d'intégrer l'ensemble des conditions climatiques à l'origine des phénomènes de ruissellement et d'érosion des sols observés sur le vignoble champenois. La correspondance entre le code utilisé par la suite pour chaque évènement et les caractéristiques associées sont détaillées dans l'*Illustration 42*.

Identifiant	Cumul (mm)	Antécédent pluvieux à 48 h (mm)	Intensité maximum à 6 min (mm/h)- Période de retour	Durée (min)	Période de l'année
P42_A0_I40	42mm	0	> 40 mm/h – 100 ans	60	Juillet
P34_A0_I20	34mm	0	10-40 mm/h – 30 ans	60	Juillet
P27_A0_I20	27mm	0	10-40 mm/h – 10 ans	60	Juillet
P23_A0_I5	23mm	0	< 10 mm/h – 5 ans	60	Juillet
P23_A40_I5	23mm	40	< 10 mm/h – 5 ans	60	Décembre
P23_A40_I5	23mm	40	< 10 mm/h – 5 ans	60	Avril
P23_A40_I5	23mm	40	< 10 mm/h – 5 ans	60	Juillet
P27_A40_I5	27mm	40	< 10 mm/h – 10 ans	60	Décembre
P27_A40_I5	27mm	40	< 10 mm/h – 10 ans	60	Avril
P27_A40_I5	27mm	40	< 10 mm/h – 10 ans	60	Juillet

*Illustration 42 - Correspondance entre le code de l'évènement et ses caractéristiques*

## **4.2. IMPACT DES MESURES DE CONSERVATION DES SOLS**

### **4.2.1. Sur la production du ruissellement et l'érosion des sols à l'échelle de la parcelle viticole**

Avant de présenter les résultats obtenus pour les différents scénarios, les coefficients de ruissellement (ratio entre la pluie nette et la hauteur de pluie) et les taux d'érosion spécifique (ratio entre l'érosion brute et l'aire drainée) de l'ensemble des simulations ont été agrégés par classe d'occupation des sols (*Illustration 43*). L'objectif est de vérifier la cohérence du

paramétrage des propriétés physiques des unités pédo-paysagères, par une observation des ordres de grandeur obtenus pour les coefficients de ruissellement et les taux d'érosion spécifique et par une observation du classement de ces ordres de grandeur entre les classes d'occupations des sols.

Les classes d'occupation des sols « sol nu » et « surface urbaine » présentent des coefficients très élevés, autour de 80%, cohérents avec les valeurs de perméabilité très faible renseignées initialement (2 mm/h pour les surfaces urbaines et autour de 2 mm/h pour les sols nus suivant les formations pédologiques sous-jacentes). Le taux d'érosion spécifique est maximal pour les sols nus et varie entre 2 et 11 t.ha<sup>-1</sup>. A l'inverse, il est nul pour les surfaces urbaines puisque les surfaces imperméabilisées ne constituent pas des zones de production sédimentaire mais des zones de production hydrologique et de transit hydro-sédimentaire.

Les classes d'occupation des sols « prairie » et « forêt » ont été considérées comme des classes très perméables avec des valeurs d'infiltration en moyenne de 40 mm/h modulé par les contrastes de perméabilité entre les formations pédologiques. La couverture pérenne du sol pour ces classes induit une production sédimentaire très faible. Il en découle des coefficients de ruissellement autour de 5% pour les événements majeurs (période de retour 100 ans et 30 ans) et proche des 0% pour les événements à période de retour plus faible. Les taux d'érosion sont également très faibles et oscillent entre 0 et 0.1 t.ha<sup>-1</sup>.

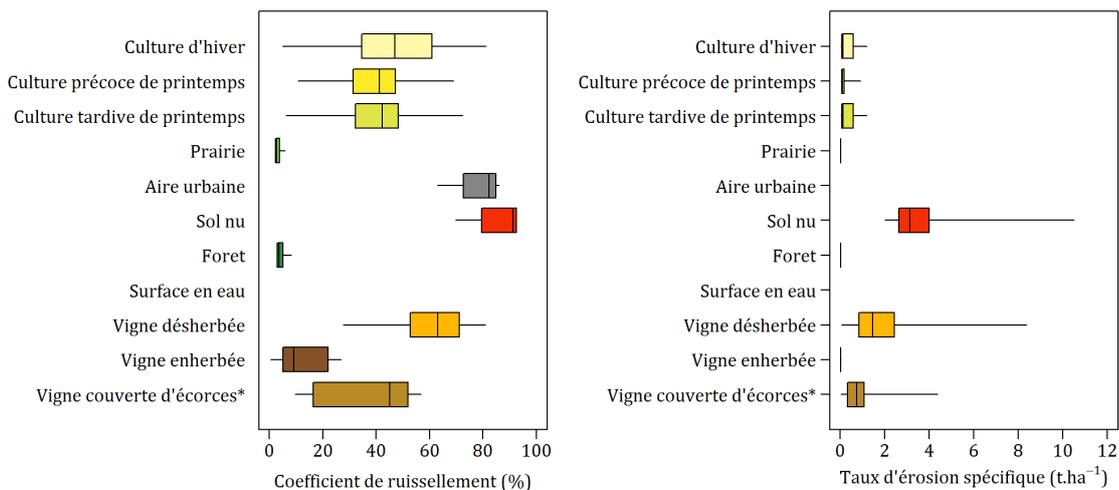


Illustration 43 - Distributions des coefficients de ruissellement et des taux d'érosion spécifique obtenues sur l'ensemble des 30 simulations et agrégées par classe d'occupation des sols.

Les classes d'occupation des sols « vignes » présentent des valeurs de coefficient de ruissellement et de taux d'érosion spécifique intermédiaires entre les classes d'occupation des sols précédemment présentées. Dans le détail :

- ✓ Vignes désherbées : les coefficients de ruissellement varient entre 30 et 80%. Les taux d'érosion se situent entre 0 et 9 t.ha<sup>-1</sup> avec une moyenne de 2.16 t.ha<sup>-1</sup>. Le suivi réalisé par P. Baillif (*Baillif et al, 1999*) sur des vignes sur sol nu sur la commune de Moussy entre 1985 et 1994 montre des taux d'érosion similaires : entre 0 et 8 t.ha<sup>-1</sup> pour les événements extrêmes avec une moyenne annuelle de 1.7 t.ha<sup>-1</sup>.

- ✓ Vignes couvertes d'écorces ou avec un enherbement d'un inter-rang sur deux : les valeurs sont inférieures aux vignes désherbées avec un coefficient de ruissellement entre 20 et 60% suivant les événements et entre 0 et 4 t.ha<sup>-1</sup> pour le taux d'érosion spécifique avec une moyenne de 1.3 t.ha<sup>-1</sup>.
- ✓ Vignes enherbées : le coefficient de ruissellement est en moyenne de 12%, soit 5 fois plus faible que le coefficient de ruissellement moyen des vignes désherbées. La réduction est encore plus marquée pour le taux d'érosion spécifique avec une moyenne 0.2 t.ha<sup>-1</sup> soit une réduction d'un facteur 11.

Pour les classes d'occupation des sols « cultures », les taux d'érosion spécifique sont cohérent avec ceux mesurés sur des sols limoneux : entre 0 et 2 t.ha<sup>-1</sup> (Baillif et al, 1999).

Suite ces observations, deux conclusions peuvent être tirées :

- ✓ Le classement et les ordres de grandeurs des coefficients de ruissellement et des taux d'érosion spécifique sont cohérents avec la littérature scientifique,
- ✓ La conversion des vignes désherbées en vignes enherbées a pour effet de diminuer fortement le ruissellement et drastiquement l'érosion des sols.

A partir de constat, les résultats des différents scénarios sont analysés et discutés. Deux paramètres sont analysés à l'échelle locale :

- ✓ Volume total de pluie nette : volume de pluie disponible pour le ruissellement après avoir retiré les pertes initiales (imbibition) et continues (capacité d'infiltration) ; le calcul du volume total sur le bassin versant est réalisé en sommant le volume de pluie nette de chaque pixel,
- ✓ Masse totale de terre érodée : produit du volume de pluie nette et de la concentration en MES potentielle dans les eaux de ruissellement ; le calcul de la masse totale sur le bassin versant est réalisé en sommant la masse de terre érodée de chaque pixel.

Le volume total de pluie nette et la masse totale de terre érodée ont été quantifiés pour chaque type d'occupation des sols, pour chaque événement, chaque scénario et pour chaque bassin. Les résultats sont détaillés par événement pour le bassin de Dizy sur l'*Illustration 44* et pour le bassin de Sermiers sur l'*Illustration 45*.

Sur le bassin de Dizy, la pluie nette est principalement produite par les aires urbaines et les vignes désherbées. Dans la mesure où les aires urbaines ne sont pas considérées comme des sources de sédiments, les vignes désherbées constituent la principale source.

Sur le bassin de Sermiers, les cultures constituent une nouvelle source de ruissellement et viennent s'ajouter aux aires urbaines et aux vignes désherbées. Les cultures constituent également une nouvelle source de sédiments, avec une contribution légèrement moindre à celle des vignes désherbées.

La contribution de chacune de ces sources reste globalement constante entre les différents événements de pluie modélisés. Une très forte variabilité des volumes totaux de pluie nette et des masses totales de terre érodée est observée entre les différents événements. Les volumes de pluie nette sont assez proches entre les événements de pluie estivaux à fort cumul pluviométrique intervenant sur un sol non saturé et les événements de pluie hivernaux intervenant sur un sol saturé. Les masses de terre érodée les plus élevées sont principalement observées pour les événements estivaux de forte intensité.

DIZY - Synthèse des résultats à l'échelle de la parcelle

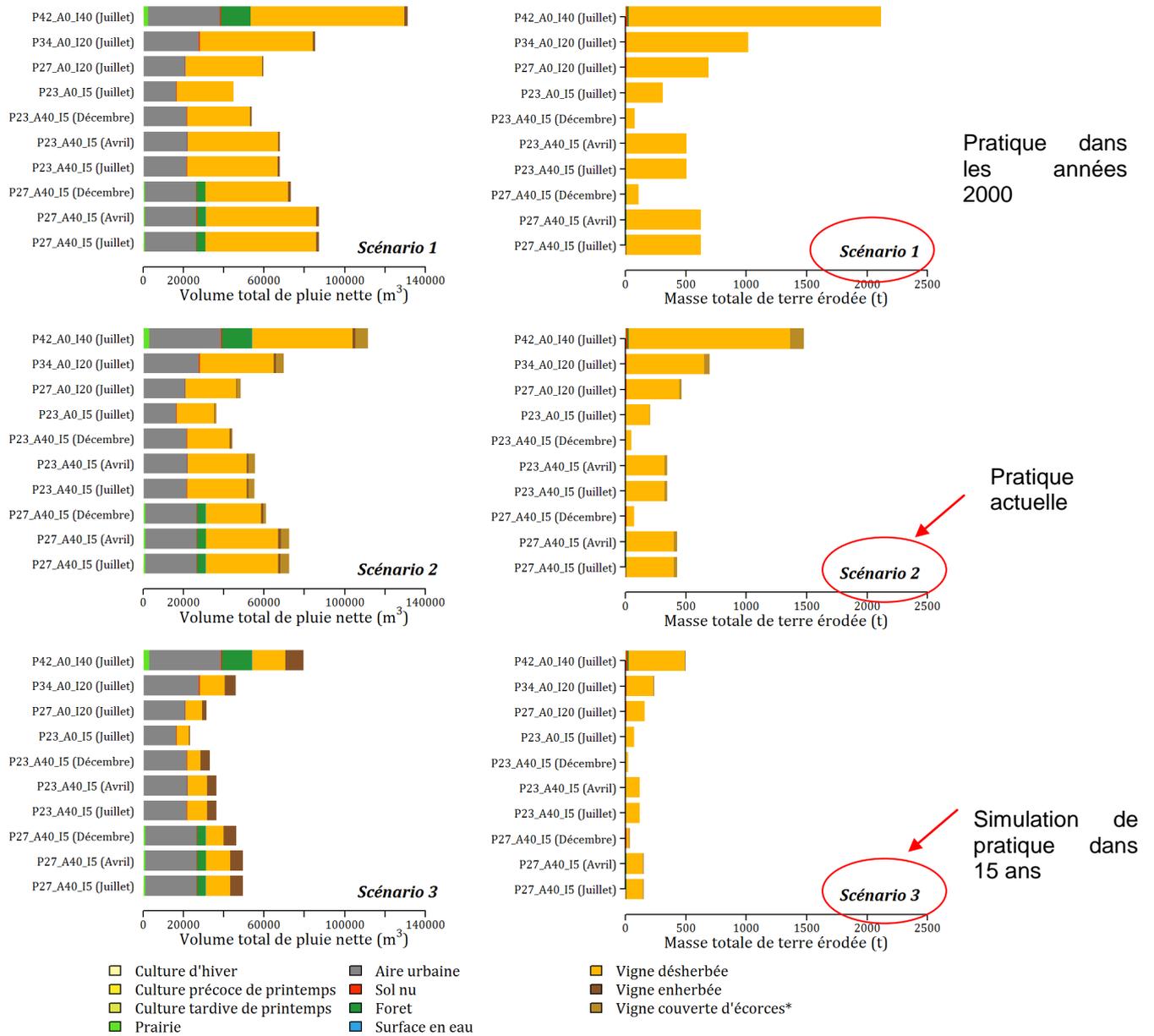


Illustration 44 - Volume total de pluie nette et masse totale de terre érodée pour chacune des 10 simulations réalisées pour le Scénario 1, 2 et 3 avec un détail sur la contribution de chaque classe d'occupation des sols pour le bassin de Dizy.

SERMIIERS - Synthèse des résultats à l'échelle de la parcelle

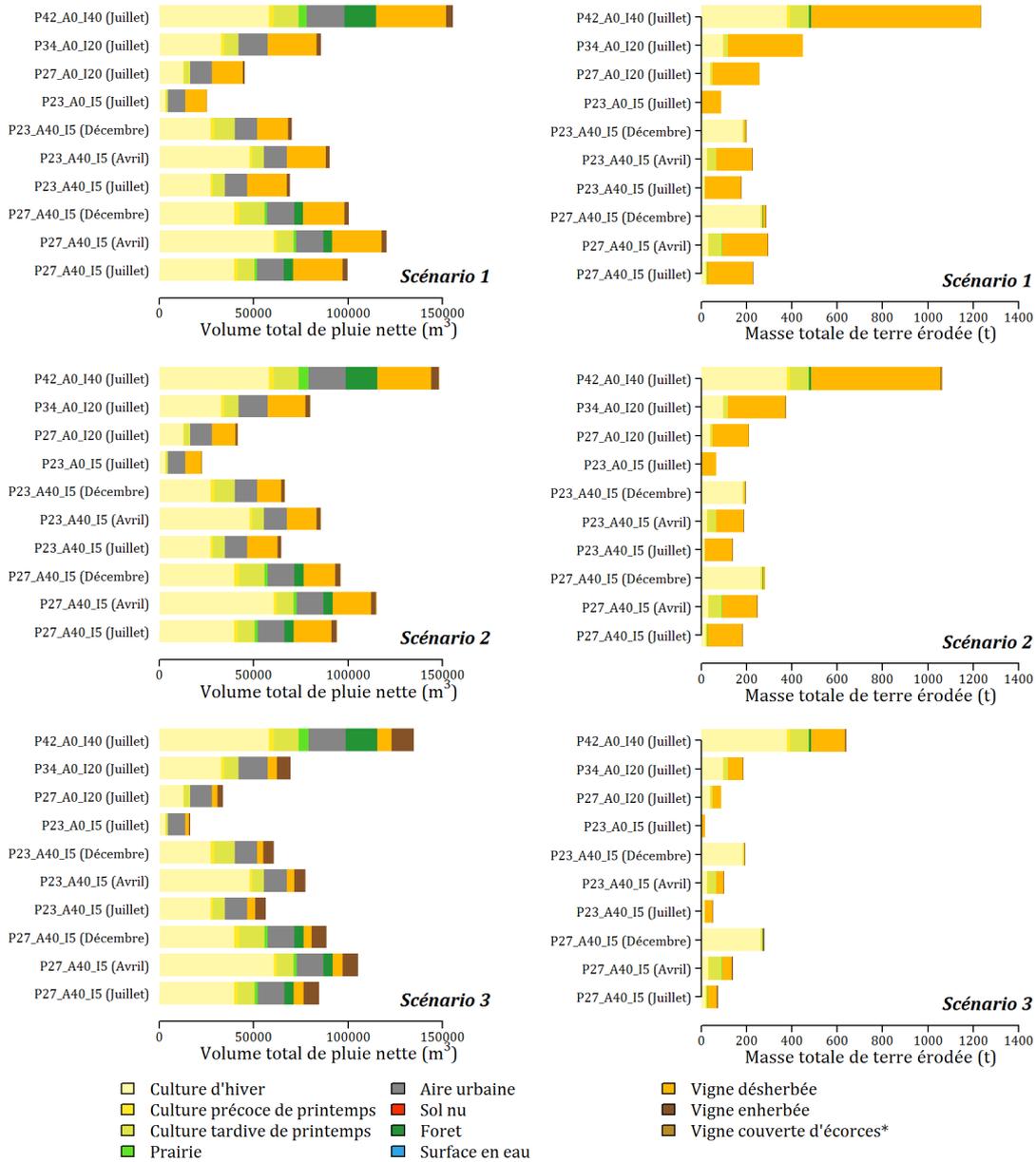
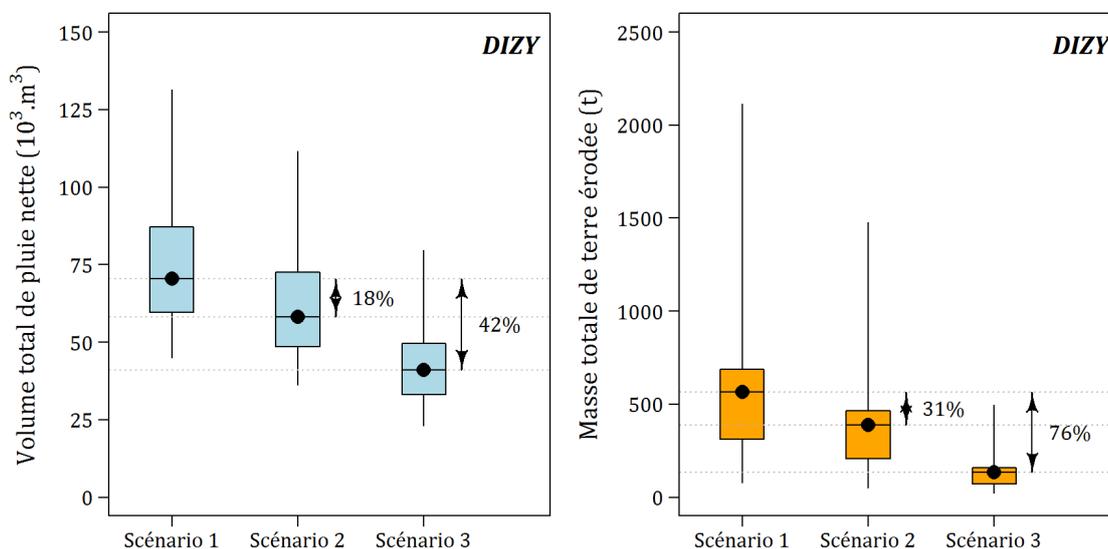


Illustration 45 - Volume total de pluie nette et masse totale de terre érodée pour chacune des 10 simulations réalisées pour le Scénario 1, 2 et 3 avec un détail sur la contribution de chaque classe d'occupation des sols pour le bassin de Sermiers.

Les résultats de ces simulations peuvent être agrégés par scénario et par bassin versant de façon à visualiser les impacts positifs de chaque scénario (Illustration 46 et Illustration 47). La variabilité entre les 10 évènements de pluies pour une métrique donnée (volume totale de pluie, masse de terre érodée) reste visible par le lecteur car les valeurs obtenues sont présentées sous forme de boxplot<sup>2</sup>.

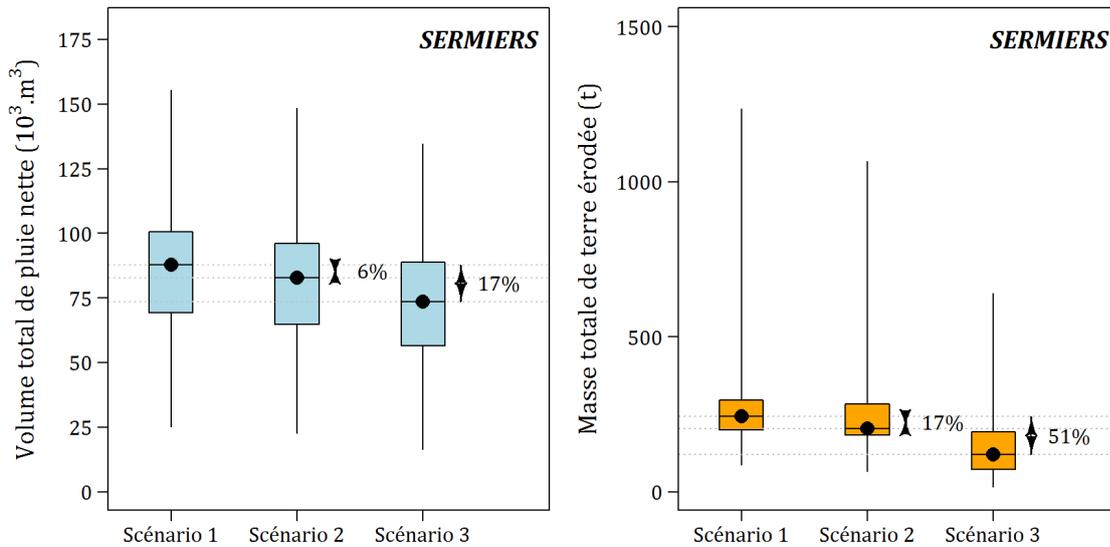
<sup>2</sup> La boxplot résume seulement quelques caractéristiques de position du caractère étudié (médiane, quartiles, minimum, maximum ou déciles).

Sur le bassin versant de Dizy, l'augmentation de 10% de vignes enherbées entre le Scénario 1 et 2 diminue de 18% en moyenne le volume total de pluie nette et de 31% en moyenne la masse totale de terre érodée. L'enherbement de 80% des vignes dans le Scénario 3 (au lieu de 20% dans le Scénario 1) diminue davantage le volume de pluie nette avec un abattement de 42% mais surtout la masse de terre érodée qui chute de 76%.



*Illustration 46 - Synthèse des volumes totaux de pluie nette (ruissellement) (à gauche) et des masses totales de terre érodée (à droite) issue des 30 simulations réalisées et agrégées par scénario sur le bassin de Dizy.*

Sur le bassin de Sermiers, l'augmentation de 6% de vignes enherbées entre le Scénario 1 et 2 diminue de 6% en moyenne le volume total de pluie nette et de 17% en moyenne la masse totale de terre érodée (charge solide). L'enherbement de 80% des vignes dans le Scénario 3 (au lieu de 20% dans le Scénario 1) diminue davantage le volume de pluie nette avec un abattement de 17% et une réduction des masses de terre érodée de 51%. Des abattements supplémentaires pour ces deux bassins peuvent être attendus dans la mesure où 20% des vignes restent désherbées dans le Scénario 3.



*Illustration 47 - Synthèse des volumes totaux de pluie nette et des masses totale de terre érodée issue des 30 simulations réalisées et agrégées par scénario sur le bassin de Sermiers.*

En dépit de scénarios de pratiques culturales identiques (pour les Scénarios 1 et 3), les réductions sont moindres sur le bassin de Sermiers par rapport au bassin de Dizy. Le degré de réduction du volume total de pluie nette et de la masse totale de terre érodée va dépendre des mesures de conservation des sols prises sur les principales sources de ruissellement et d'érosion des sols. Nous parlons ici des parcelles situées en amont et couvertes d'autres types de cultures. Typiquement, les effets à l'échelle de la parcelle (mais aussi à l'échelle du bassin versant) seront d'autant plus fort si les mesures de conservation concernent l'ensemble des sources de ruissellement et de sédiments. C'est-à-dire que la gestion du bassin versant et son occupation doivent être réfléchi à cette échelle plutôt qu'à celle de la parcelle.

Les bassins de Dizy et de Sermiers illustrent parfaitement cette affirmation où dans le premier cas, les mesures de conservation concernent la principale source de sédiments (les vignes désherbées) alors que dans le second cas ces mesures ne concernent qu'une des deux sources de sédiments (les vignes désherbées et les cultures). L'observation de la contribution de ces sources sur l'illustration 48 montre bien une diminution entre les Scénarios 1 et 3 pour les vignes alors que la contribution des cultures reste identique entre les scénarios.

Au-delà de ces aspects, les modélisations réalisées démontrent clairement l'intérêt de l'enherbement des inter-rangs de la vigne dans la réduction à la source du volume total de pluie nette mais surtout de la masse totale de terre érodée. Une comparaison des cartographies des masses de terre transférée entre le Scénario 1 et le Scénario 3 pour une pluie de période de retour 100 ans permet d'illustrer cette conclusion à la fois pour le bassin de Dizy (*Illustration 48*) et de Sermiers (*Illustration 49*).

Les effets positifs induits aux échelles spatiales plus larges du bassin versant sont étudiés dans les deux points suivant.



SCENARIO 1

SCENARIO 3

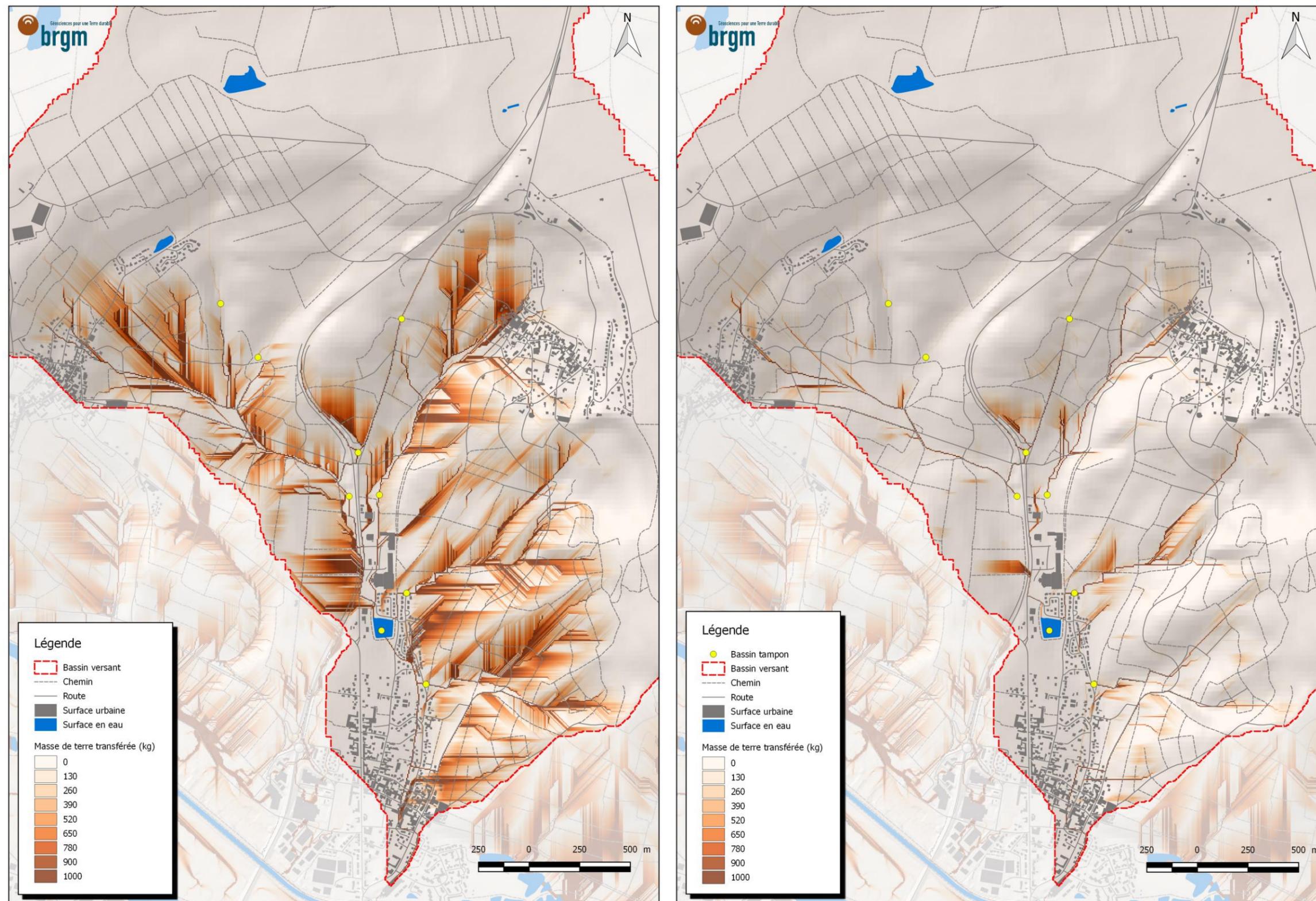


Illustration 48 - Cartographie des masses de terre transférées pour le Scénario 1 et le Scénario 3 lors d'une pluie de temps de retour 100 ans sur le bassin de Dizi.

SCENARIO 1

SCENARIO 3

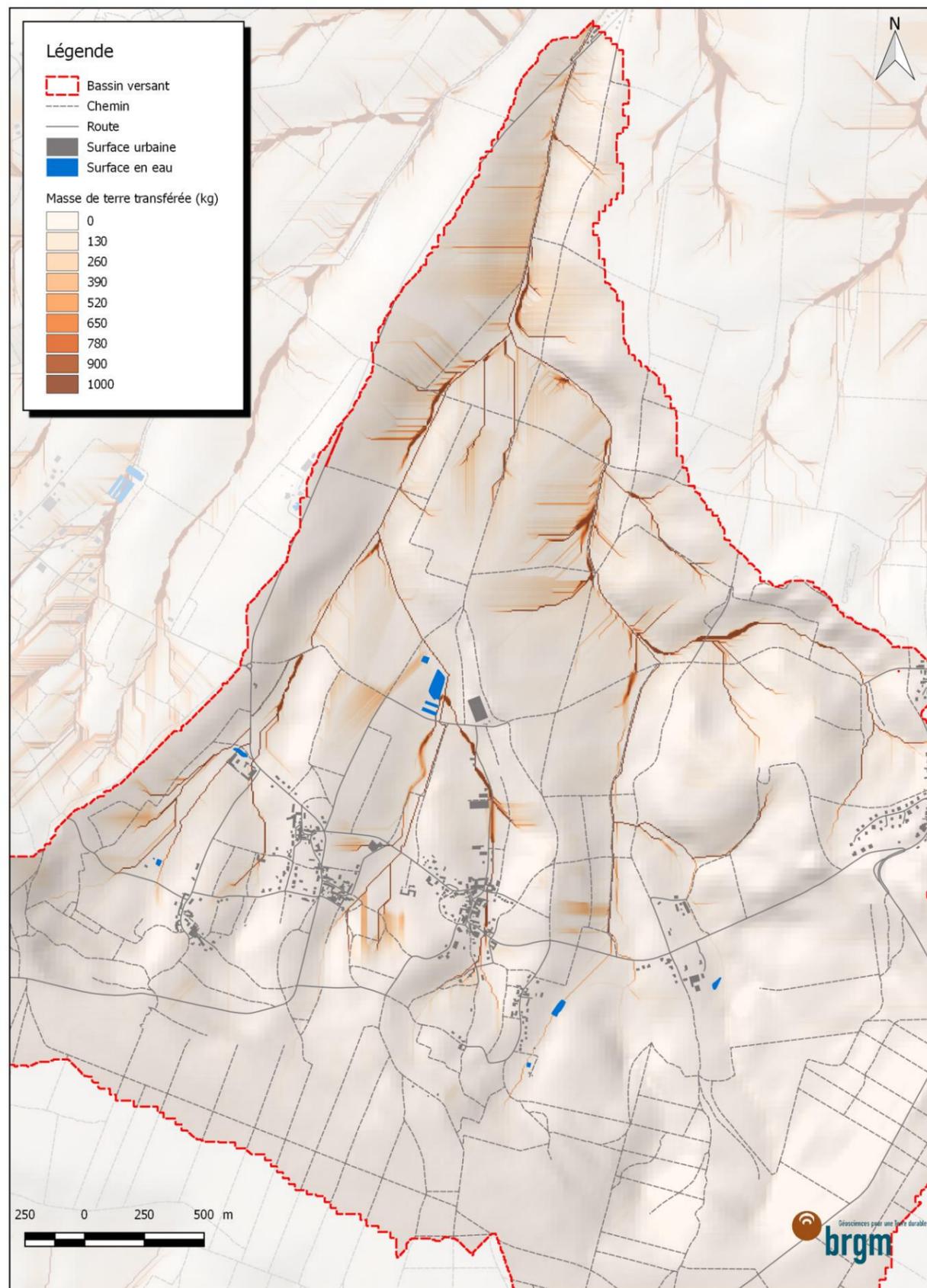
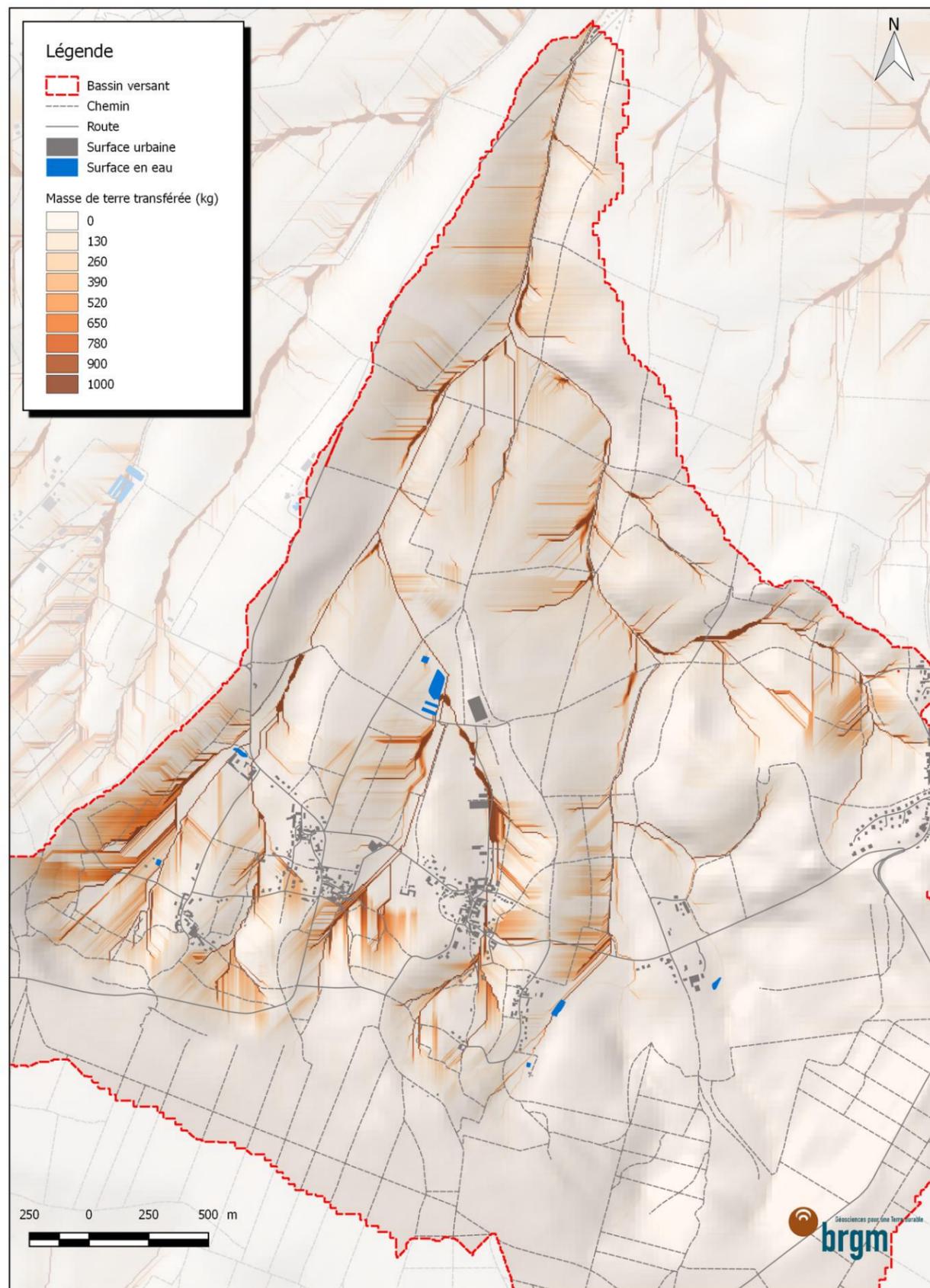


Illustration 49 - Cartographie des masses de terre transférées pour le Scénario 1 et le Scénario 3 lors d'une pluie de temps de retour 100 ans sur le bassin de Sermiers.

#### **4.2.2. Sur la réduction de l'envasement des ouvrages tampons sur la commune de Dizy**

Contrairement à la modélisation du bassin versant de Sermiers (bassins installés en 2015 et 2016 et étude hydraulique non disponible), des ouvrages tampons ont été installés en cascade pour protéger le village des inondations et des coulées de boues. Toutefois, l'enjeu sur ces ouvrages est l'envasement par les apports de sédiments issus des coteaux viticoles provoquant une réduction de la capacité de ces ouvrages à tamponner les volumes de ruissellement durant les événements extrêmes de précipitation. Le curage régulier permet de maintenir cette capacité mais implique des coûts d'entretien supplémentaires pour le gestionnaire des ouvrages.

L'impact de l'enherbement des vignes dans la réduction de l'envasement des ouvrages tampons a été étudié en quantifiant les apports hydro-sédimentaires arrivant de l'amont. Seuls les scénarios 2 et 3 sont considérés puisque pour le scénario 1, ces aménagements étaient inexistantes. Deux métriques sont étudiées à savoir le volume total de ruissellement et la masse totale de terre transférée.

- ✓ Volume total de ruissellement amont : le volume de ruissellement arrivant au droit de chacun des ouvrages est extrait puis sommé,
- ✓ Masse totale de terre amont : la masse de terre transférée arrivant au droit de chacun des ouvrages est extraite puis sommée.

Le volume total de ruissellement amont et la masse totale de terre amont sont détaillés pour chaque simulation sur l'*Illustration 50*. Comme précédemment, les résultats ont été agrégés par scénario (*Illustration 51*).

Entre le scénario 2 et le scénario 3, la diminution du volume total de ruissellement amont est en moyenne de 63% et la réduction moyenne de la masse totale de terre amont est 87%. Ces chiffres montrent clairement l'impact positif de l'enherbement des vignes dans la diminution des apports sédimentaires sur ces ouvrages et par conséquent leur envasement. Cet impact positif est double puisque la diminution des volumes de ruissellement pour l'ensemble des événements augmente vraisemblablement le niveau de protection de la commune de Dizy, pour des événements avec une période retour supérieure à 100 ans.

DIZY - Synthèse des apports hydro-sédimentaires arrivant au droit des ouvrages

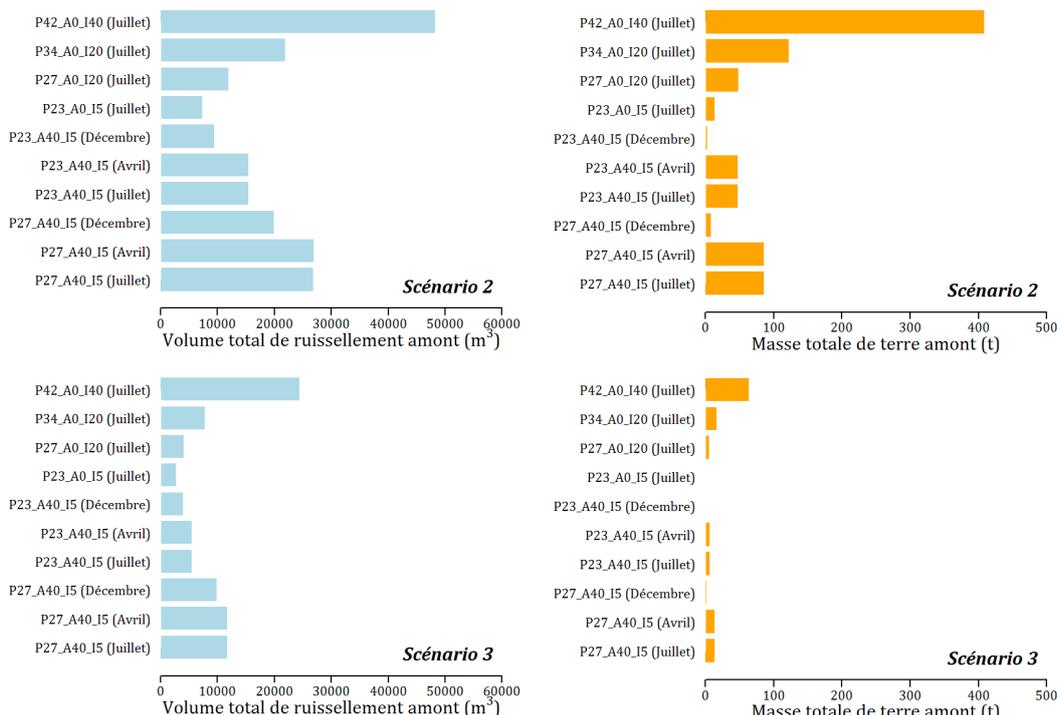


Illustration 50 - Volume total de ruissellement amont et masse totale de terre amont arrivant au droit des ouvrages installés sur le bassin de Dizy pour chacune des 10 simulations du Scénario 2 et 3.

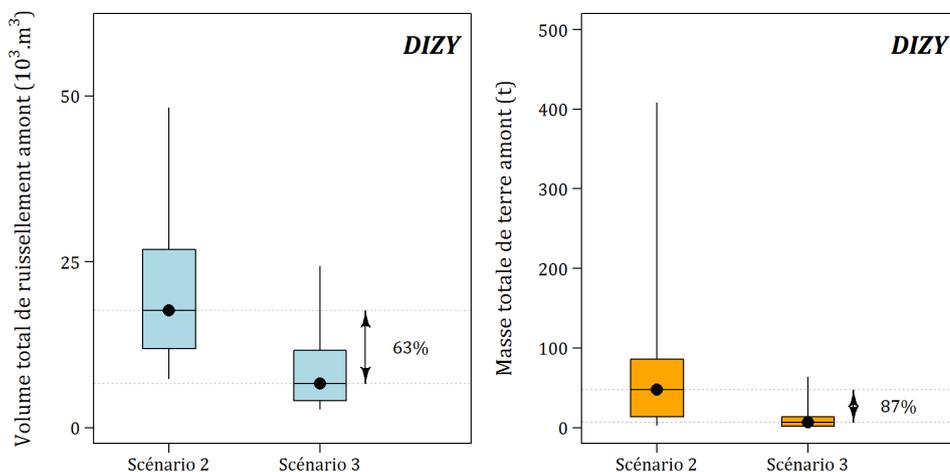


Illustration 51 - Synthèse des volumes totaux de ruissellement amont et des masses totales de terre amont arrivant au droit des ouvrages issues des 20 simulations réalisées et agrégés par scénario.

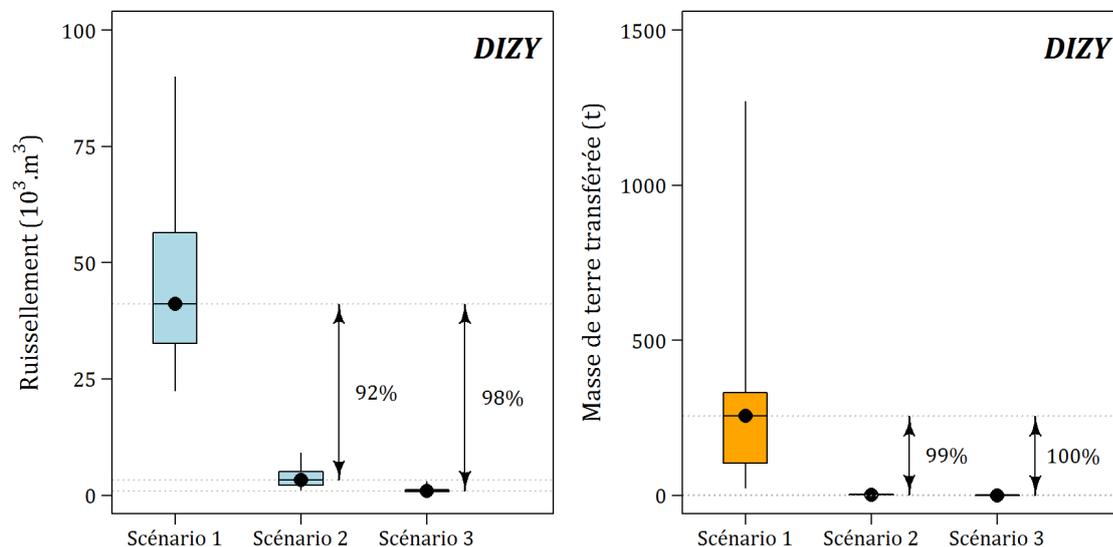
#### 4.2.3. Sur l'érosion et le ruissellement à l'exutoire des bassins versants

Pour compléter cette analyse multi-échelles, l'impact de l'enherbement des vignes est étudié à l'exutoire des bassins versants. Le volume de ruissellement et la masse de terre transférée est extraite pour chaque simulation. Le détail des résultats pour chaque simulation sont présentés sur l'Illustration 52 pour la commune de Dizy et l'Illustration 53 pour la commune de Sermiers.

Comme précédemment, les résultats ont été agrégés par scénario et par bassin versant (*Illustration 54 et Illustration 55*). Sur la commune de Dizy, l'installation d'ouvrages tampons dimensionnés pour une pluie de période de retour 100 ans voire 1000 ans a pour conséquence de réduire presque totalement les volumes de ruissellement et les masses de terres transférées à l'exutoire du bassin versant pour l'ensemble des évènements pluvieux simulés. Ainsi, entre le Scénario 1 et 2 (installation des ouvrages), la réduction du volume de ruissellement à l'exutoire est en moyenne de 92% tandis que la réduction de la masse de terre transférée est de 99%. Un abattement supplémentaire de quelques pourcent est obtenu entre le Scénario 2 et 3 grâce à l'enherbement de 80% des vignes.

Toutefois, en raison des limites inhérentes aux hypothèses choisies et à l'outil de modélisation, l'effet bénéfique de l'enherbement des vignes à l'exutoire du bassin versant est effacé par les ouvrages. En effet, les ouvrages tampons ont été intégrés au modèle sans possibilité de débit de fuite. Tant que la capacité des ouvrages n'est pas dépassée, le modèle ne propage pas le ruissellement vers l'aval. La conséquence est donc une légère surestimation des volumes de ruissellement stockés et par conséquent une surestimation des masses de terre piégée. Ces estimations sont toutefois valables tant que les bassins sont intacts et correctement entretenus.

Le bassin versant de Sermiers illustre davantage l'impact bénéfique de l'enherbement des vignes sur le volume de ruissellement et la masse de terre transférée à l'exutoire du bassin versant. Les résultats ont été agrégés par scénario et sont présentés sur l'illustration 53. La réduction du volume de ruissellement est ainsi en moyenne de 13% entre le Scénario 1 et 2 et 23% sur la masse de terre transférée. Une réduction supplémentaire est observée avec le Scénario 3 avec 21% pour le volume de ruissellement et 48% pour la masse de terre transférée.



*Illustration 52 - Synthèse des volumes de ruissellement et de masses de terre transférée à l'exutoire du bassin de Dizy issues des 30 simulations et agrégé par scénario.*

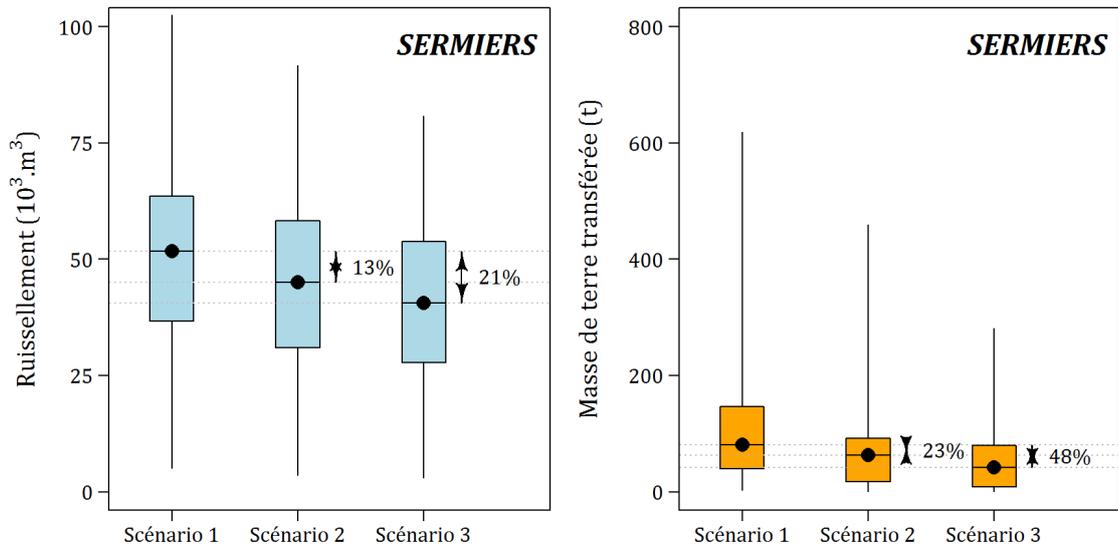


Illustration 53 - Synthèse des volumes de ruissellement et de masses de terre transférée à l'exutoire du bassin de Sermiers issues des 30 simulations et agrégé par scénario.

DIZY - Synthèse des résultats à l'exutoire du bassin versant

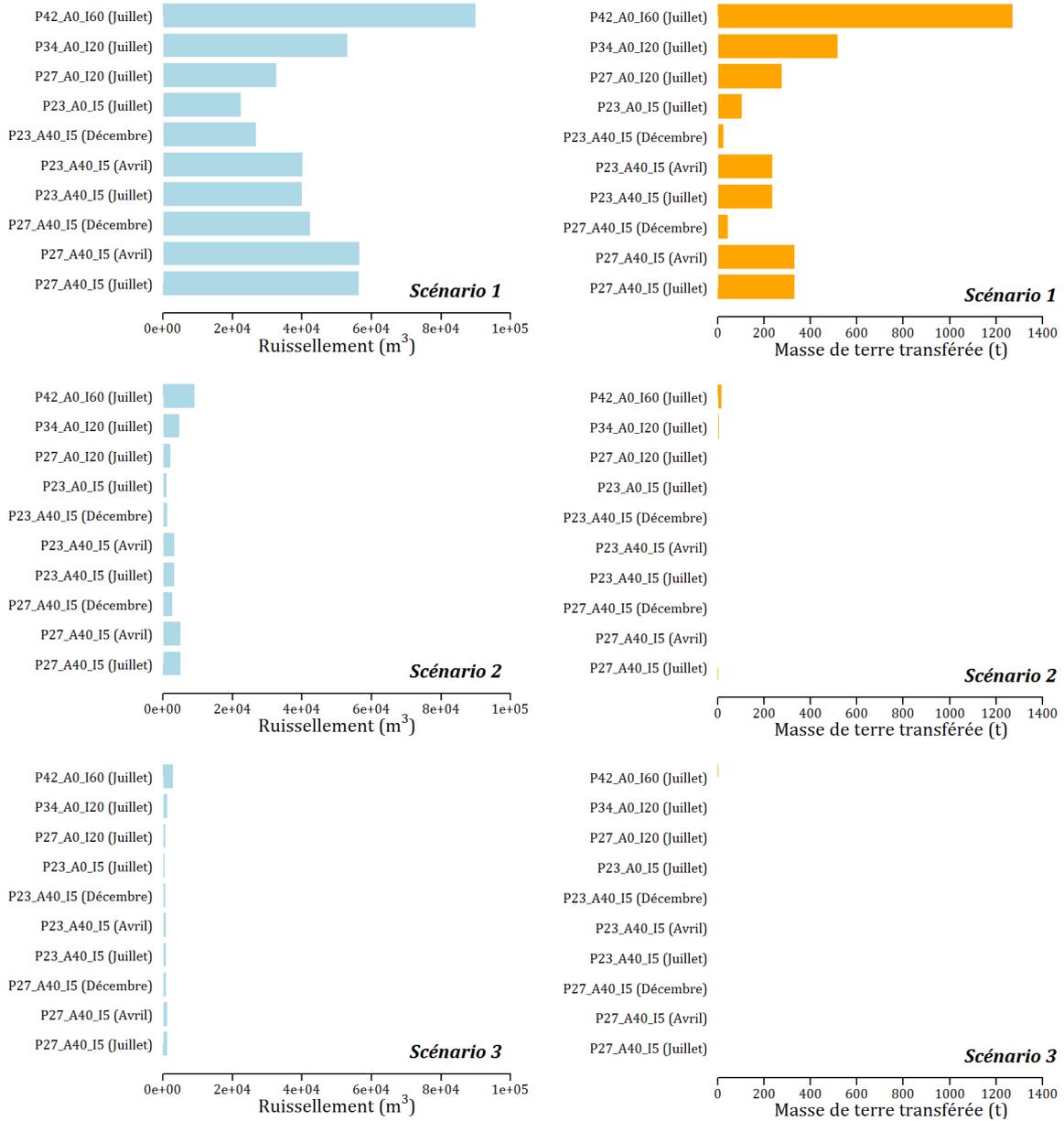


Illustration 54 - Volume de ruissellement et masse de terre transférée à l'exutoire du bassin de Dizy pour chacune des 10 simulations réalisées pour le Scénario 1, 2 et 3.

SERMIERS - Synthèse des résultats à l'exutoire du bassin versant

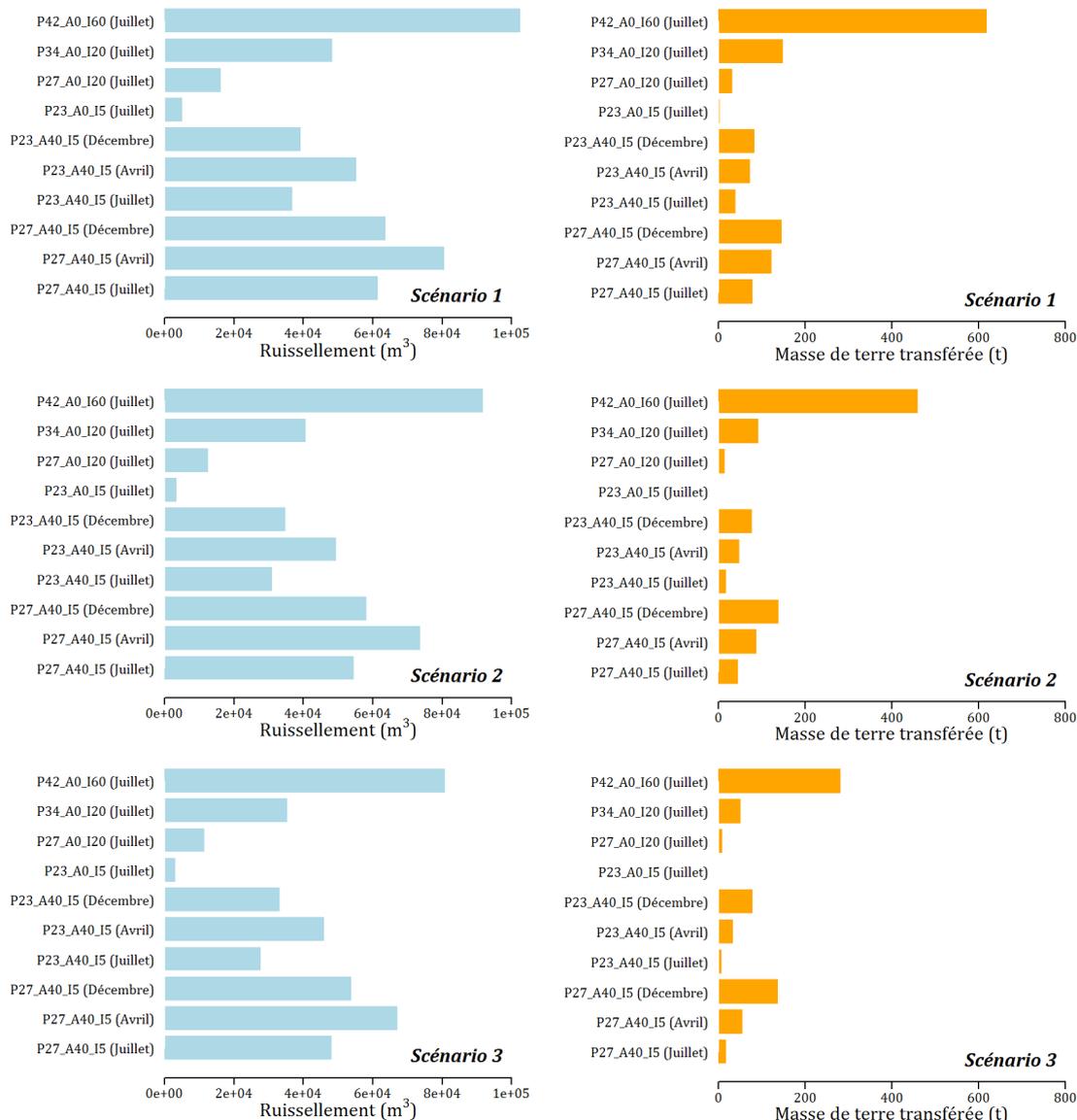


Illustration 55 - Volume de ruissellement et masse de terre transférée à l'exutoire du bassin de Serriers pour chacune des 10 simulations réalisées pour le Scénario 1, 2 et 3

## 5. Conclusion

La cartographie de l'érosion des sols sur le vignoble champenois (département de la Marne) a été réalisée dans un premier temps à l'échelle départementale, en s'appuyant des données à moyenne – basse résolution afin de compléter la cartographie de l'aléa ruissellement réalisée par le CEREMA. L'approche suivie, à savoir le modèle MESALES a permis de proposer une cartographie générale de l'aléa érosion (PHASE 1), mettant en avant une sensibilité des sols à l'érosion élevée sur les secteurs viticoles du département.

Cette phase initiale a permis de lancer une seconde phase intermédiaire (PHASE 2), basée sur une modélisation de type expert WATERSED, visant à évaluer le transfert sédimentaire sur l'ensemble des bassins versants correspondants aux communes viticoles (212) de la Marne. Une série de simulations a été mise en place, correspondant aux événements pluviométriques remarquables de récurrence variable, à savoir 5 ans à 100 ans. L'intégration des données pédopaysagères a également permis d'affiner le modèle avec un certain nombre de caractéristique par type de sols (allant jusqu'aux formations superficielles) par occupation des sols. Les secteurs présentant un aléa fort ont été identifiés ; après prise en compte des enjeux, essentiellement les zones habitées, ils ont permis au Comité de Pilotage de sélectionner deux bassins versants viticoles sur les communes de Sermiers et Dizy.

Sur ces deux zones tests, une modélisation à haute résolution (PHASE 3) a permis de modéliser le ruissellement et l'érosion pour les mêmes événements climatiques que ceux simulés lors de la phase 2. A ce stade, la modélisation basée sur les données cartographiques de 2016 (occupation du sol, aménagements hydrauliques), a permis une quantification en volume du ruissellement et de l'érosion, avec en outre des cartographies des surfaces d'érosion, des surfaces de dépôts, ..

Il devenait alors possible de mesurer l'impact des travaux menés depuis 15 ans, résultant d'aménagements lourds (réservoir) ou de mise en place de techniques conservatoires par les vignerons (accroissement de l'enherbement des vignes, enherbement quasi-systématique des tournières). Sur Sermiers, le développement de l'enherbement et la généralisation systématique des tournières ont conduit à une forte diminution du ruissellement et surtout de l'érosion. Ce constat est plus difficile à faire sur Dizy, car le transfert sédimentaire est bloqué au niveau des aménagements protégeant le village. Néanmoins, limiter l'érosion au niveau parcellaire permet de limiter leur comblement, et donc d'abaisser les coûts d'entretien. Il permet surtout, et c'est le plus important, de conserver les sols en place et de ne pas affecter sur le long terme les terroirs viticoles.

De la même façon, la simulation d'une continuation à l'horizon 2030 des tendances actuelles, à savoir la régression des vignes désherbées chimiquement et la progression continue de l'enherbement) permet de démontrer les réductions du ruissellement, et surtout du transfert sédimentaire, avec le même impact sur Dizy au niveau des barrages.

L'outil de modélisation permet alors de démontrer l'impact positif des efforts et des adaptations au niveau des agriculteurs par ces mesures dites douces. L'une des conséquences directes est alors la baisse:

- Au niveau de la production du ruissellement et de l'érosion des sols ;
- De la réduction de l'envasement des ouvrages tampons et donc des coûts d'entretien pour les ASA (Association Syndical Autorisé) ;
- Sur l'érosion au niveau de l'exutoire.
- Du risque pour les biens et les personnes en aval

Ces techniques permettent alors aux autorités d'envisager des dimensionnements d'ouvrages de protection beaucoup plus limités, donc beaucoup moins onéreux. A l'inverse, disposer d'une méthode robuste de modélisation de l'érosion des sols à l'échelle de la parcelle pourrait permettre de connaître les pourcentages d'enherbement nécessaires à la réduction d'un volume d'eau ruisselée ou de terres érodées jugés « acceptables ». Surtout, ce modèle est reproductible et peut se décliner à l'ensemble du vignoble champenois. Les deux premières phases étant réalisées, il suffit d'avoir connaissance du recouvrement parcellaire, des études hydrauliques ou du réseau du bassin versant pour réaliser la phase 3 sur le reste des bassins du vignoble.

Cette modélisation pourrait encore être plus précise avec une carte des sols réalisée à une échelle fine et des renseignements de coefficient de ruissellement et d'érodibilité par type de sols.

La prise en compte d'autres types de techniques : haies, fascines,... peut être prises en compte sous réserve de leur faisabilité dans les parcelles viticoles.

Enfin, la diminution du ruissellement et l'augmentation de l'infiltration peut-elle poser des problèmes d'imbrication avec les problèmes de stabilité de versant ? Cette question reste ouverte et posée. Une première piste de réponse pourrait être de transformer l'infiltration en lame d'eau pour identifier l'impact sur un versant.

## 6. Bibliographie

**Agreste Champagne-Ardenne** n° 10 - Décembre 2009

**Amaouri N.** (1996) Etude des phénomènes d'infiltration dans des sols non saturés. Institut National Polytechnique de Lorraine. 321p.

**Auzet A.V., Guerrini M.C., Muxart T.** (1992) L'agriculture et l'érosion des sols : importance en France de l'érosion liée aux pratiques agricoles. *Économie rurale*, 208-209. p. 105-110.

**Ballif J.L., Herre C.** (1985) Ruissellement et érosion dans le vignoble champenois – Synthèse des mesures effectuées entre 1981 et 1984. *Le Vigneron Champenois*. p.573-581

**Ballif J-L.** (1999) Ruissellement et érosion en Champagne sur sols de vignes et de cultures: observations, mesures, prévisions et remèdes. Editions Johanet. 135p.

**Bernard A.** (1987) Le simulateur de pluie 2ème génération : note technique. ORSTOM. 41 p.

**Bidon S.** (1994) Etude de l'érodibilité par simulation de pluie de trois sols viticoles méditerranéens. Mémoire d'ingénieur à l'Ecole Supérieure d'Agriculture de Purpan. ORSTOM. 71p.

**Blondeau A.** (1993) Notice de la carte géologique de la France à 1/50 000 – Vitry-Le-François. 36p.

**Bradford J.M., Huang C.** (1992) Mechanisms of crust formation: Physical components. *Advances in Soil Science - Soil crusting : physical and chemical processes*, SUMMER M.E & STEWART B. A. p. 55-72.

**Cerdan O., Souchère V., Lecomte V., Couturier A., Le Bissonnais Y.** (2002) Incorporating soil surface crusting processes in an expert-based runoff model: Sealing and transfer by runoff and erosion related to agricultural management. *Catena*, 46 (2-3). p. 189- 205

**Chenu C.** (1989) Influence of fungal polysaccharide, scleroglucan, on clay microstructures. *Soil Biology and Biochemistry*, 21. p. 299- 305

**Chenu C., Guérif J.** (1991) Mechanical strength of clay minerals as influenced by an adsorbed polysaccharide. *Soil Science Society of America Journal*, 55. p.1076-1080

**Colin-Schoellen O.** (2009) Le vignoble champenois : un vignoble productif faisant l'objet d'une forte protection. *Agreste Champagne-Ardenne*, 10. 6p.

**Coquet Y., Roger-Estrade J., Boucher A., Labat C., Vachier P.** (2001) Intérêt d'une compartimentation morphologique du profil cultural pour l'étude de l'infiltration

de l'eau dans les couches de sols travaillées – Premiers résultats. Etude et Gestion des sols, 8, 1. p. 19- 31

**Coutadeur C., Coquet Y., Roger-Estrade J.** (2002) Variation of hydraulic conductivity in a tilled soil. *European Journal of Soil Science*, 53. p. 619 - 628

**Erhart E., Hartl W.** (2009) Soil protection through organic farming. Lighthouse E (Ed) *Sustainable agriculture reviews*, Vol. 1, Springer. p. 203- 226

**Ellison W.D.** (1947) Soil erosion. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 12. p. 479- 784.

**Feodoroff A.** (1965) Mécanisme de l'érosion par la pluie. *Revue de géographie physique et de géologie dynamique*, Paris. (2). Vol. 7. fasc. 2. p. 149-163.

**Geze B.** (1956) L'érosion et la conservation des sols dans la région méditerranéenne. *INA*, 42. p. 348-374.

**Giordano A.** (1994) L'érosion et la lutte contre l'érosion en forêt méditerranéenne, *Forêt méditerranéenne* 15. p. 12-21

**Gourbesville P.** (1997) Soil erosion in the vineyards of Champagne. *Human Impact on Erosion and Sedimentation, Proceedings of an International Symposium of the Fifth Scientific Assembly of the International Association of Hydrological Sciences (IAHS)* , Rabat, Morocco, 23 April to 3 May. p. 3–11

**Guillemain C.** (2010). Etude de la variabilité spatiale de la conductivité hydraulique à saturation des sols du bassin versant de la Vesle. Mémoire de stage : Université de Reims Champagne-Ardenne, Laboratoire du Groupe d'Etude sur les Géomatériaux et Environnements Naturels, Anthropiques et Archéologiques. 14p.

**Hanotiaux G.** (1978) Entraînements d'éléments nutritifs suite au phénomène d'érosion en région limoneuse. *Pédologie*, 28. p. 192- 204

**Hatrival J.N.** (1977) Notice de la carte géologique de la France au 1/50 000 – Epernay. 19p

**Henin S., Monnier G., Combeau A.** (1958) Méthode pour l'étude de la stabilité structurale des sols. *Annales Agronomiques*, 1. p. 73- 92.

**Jamagne M.** (1967) Bases et techniques d'une cartographie des sols. *Annales agronomiques*, 18 (hors-série). 142p.

**Laurain M.** (1986) Notice de la carte géologique de la France au 1/50 000 – Avize. 37p

**Laurain M., Guérin H., Barta L.** (1976) Notice de la carte géologique de la France au 1/50 000 – Fismes. 34p.

**Laurain M., Guérin H., Durand R.** (1981) Notice de la carte géologique de la France au 1/50 000 – Reims. 34p.

**Le Bissonnais Y.** (1990) Experimental study and modelling of soil surface crusting processes. *Catena supplement*, 17. p.13-28

**Le Bissonnais Y.** (1996) Aggregate stability and assessment of soil crustability and erodibility: I theory and methodology. *European Journal of Soil Science*, 47. p. 425-437

**Le Bissonnais Y., Andrieux P.** (2007) Impact des modes d'entretien de la vigne sur le ruissellement, l'érosion et la structure des sols. *Progrès Agricole et Viticole*, 124. p. 191- 196

**Le Bissonnais Y., Blavet D., De Noni G., Laurent J.Y., Asseline J., Chenu C.** (2007) Erodibility of Mediterranean vineyard soils: relevant aggregate stability methods and significant soil variables. *European Journal of Soil Science*, 58. p. 188– 195.

**Le Bissonnais Y., Bruand A., Jamagne M.** (1989) Etude expérimentale sous pluie simulée de la formation des croûtes superficielles : apport à la notion d'érodibilité des sols. *Cahiers ORSTOM - Spécial Erosion. Série Pédologie*, 25 (1-2). p. 31- 40. ISSN 0029-7259

**Le Bissonnais Y., Souder C.** (1995) Mesurer la stabilité structurale des sols pour évaluer leur sensibilité à la battance et à l'érosion. *Etudes et Gestion des Sols*, 2. p. 43 - 56

**Le Bissonnais Y., Morel V.** (1996) Influence du ruissellement et de l'érosion sur la pollution des eaux. Cas d'un bassin versant élémentaire du Pays de Caux. *Transfert des Polluants dans les hydrosystèmes*. p. 27- 37.

**McIvor J.G., Williams J., Gardener C.J.,** (1995) Pasture management influences runoff and soil movement in the semi-arid tropics. *Aust. J. Exp. Agric.*, 35. p. 55- 65

**Mendoza-Vega J., Messing I.** (2005) The influence of land use and fallow period on the properties of two calcareous soils in the humid tropics of southern Mexico. *Catena*, 60. p. 279- 292

**Moore D.C., Singer M.J.** (1990) Crust formation effects on soil-erosion processes. *Soil Science Society of America Journal*, 54. p. 1117- 1123

**Morvan X., Naisse C., Malam Issa O.** (2009) Influence de la structure de l'enherbement des sols viticoles sur le ruissellement et l'érosion hydrique, Rapport PIREN-Seine, 11p.

**Morvan X., Naisse C., Malam Issa O., Desprats J.F., Combaud A., Cerdan O.** (2014) Effects of ground-cover type on surface runoff and subsequent soil erosion in Champagne vineyards in France. *Soil Use and Management*, 30. p. 372– 381

**Morvan X., Verbeke L., Laratte S., Schneider A.R.** (2015) Impact of organic agriculture on runoff and soil erosion in a silty soil. *Soumis à Soil Use and Management*.

**Ouvry J.F., Le Bissonnais Y., Martin P., Bricard O., Souchere V.** (2010) Les couverts herbacés comme outils de réduction des pertes en terre par érosion hydrique - synthèse des connaissances et expérience de la Haute-Normandie. *Fourrages*, 202. p. 103- 110

**Rey F., Ballais J.L., Marre A., Rovera G.** (2004) Rôle de la végétation dans la protection contre l'érosion hydrique de surface. C.R. Geosciences, 336. p. 991- 998

**Roberson E.B., Sarig S., Firestone M.K.** (1991) Cover crop management of polysaccharides-mediated aggregation in an orchard soil. Soil Science Society of America Journal, 55. p. 734- 739

**Ruiz-Colmenero M., Bienes R., Marques M.J.** (2011) Soil and water conservation dilemmas associated with the use of green cover in steep vineyards. Soil & Tillage Research, 117. p. 211– 223.

**Soilmoisture** (2011) Operating Instructions – Guelph Permeameter. 60p.

**Stengel P., Bruckler L., Balesdent J., Terce M., Grail D., Caillaud M.A.** (2009) Le SOL. INRA Quae. 182p.

**Tisdall J.M., Oades J.M.** (1982) Organic matter and water-stable aggregates in soils. Journal of Soil Science, 33. p. 141- 163

**Van-Camp L., Bujarrabal B., Gentile A.R., Jones R.J.A., Montanarella L., Olazabal C., Selvaradjou S.K.** (2004) Reports of the technical Working Groups Established under the Thematic Strategy for Soil Protection. I: Introduction and Executive Summary. 135p. EUR 21319 EN/1

**Vauchaussade A.** (2015), Erosion des sols dans le vignoble champenois. Mémoire de Stage ENS2 ENSEGID-IPB (Univ. Bordeaux)

**Vernhet Y.** (2007) Carte géologique harmonisée du département de la Marne – Notice géologique.117p. BRGM/RP – 55732 – FR



**Centre scientifique et technique**  
3, avenue Claude-Guillemin  
BP 36009  
45060 – Orléans Cedex 2 – France  
Tél. : 02 38 64 34 34

**BRGM Grand-Est**  
Délégation régionale - site de Reims  
12, rue Clément Ader  
51100 Reims – France  
Tél : 03 26 84 47 70