

« Lutte contre l'Erosion des Sols et l'Envasement du Lagon à Mayotte »

Séminaire de Clôture

Mamoudzou - 15 novembre 2017





Session 1 : Quantification de l'érosion sur les bassins versants pilotes LESELAM

- Projection du film de présentation LESELAM
- Présentation des bassins versants
- Un observatoire pour suivre l'érosion : dispositif multi-échelle installé et mesures réalisées
- Premiers résultats chiffrés sur l'érosion dans les bassins versants étudiés
- Cartographie de l'érosion sur les bassins versants étudiés
- Discussion sur l'origine de l'érosion en milieu urbain et agricole



Session 2 : Quelles actions mettre en place pour maîtriser l'érosion ?

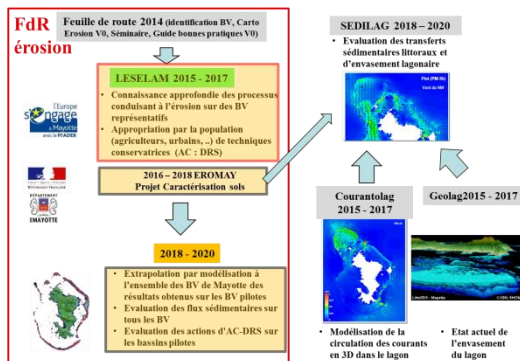
- Dispositif expérimental d'évaluation des pratiques
- Quelles perceptions des pratiques à l'origine de l'érosion ? – Résultats d'enquêtes et d'ateliers -
- Table ronde : Comment mettre en œuvre les mesures de lutte contre l'érosion ?
- Clôture du séminaire

De la feuille de route érosion au projet LESELAM

*Présenté par
Marc Sautot-Vial (DEAL) / J-F Desprats (BRGM)*



La réponse de l'Etat face à l'érosion des sols à Mayotte et la menace sur le lagon



De la Feuille de Route Erosion (Lombard -DEAL- 2012)

DEAL Mayotte

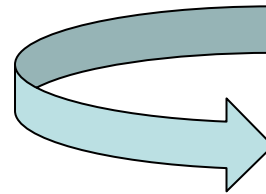


.... au projet Leselam (2015-2017)





La Feuille de Route Erosion points clefs

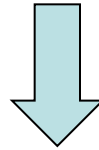


- D'où vient l'érosion ?
- Où sont les zones de dépôt ? Leurs impacts ?
 - Nécessité de quantifier les apports
- Sensibilisation des populations et des décideurs
- Mise en place de mesures de remédiation en zones agricole, naturelle et urbaine
 - Mise en place de guides de bonnes pratiques



Mayotte : un environnement vulnérable liée

- ***à l'insularité,***
- ***à la pression anthropique,***
- ***au changement climatique***



Une menace croissante sur le lagon, écosystème unique, fragile et menacé d'envasement par la venue de sédiments liée à l'érosion des sols





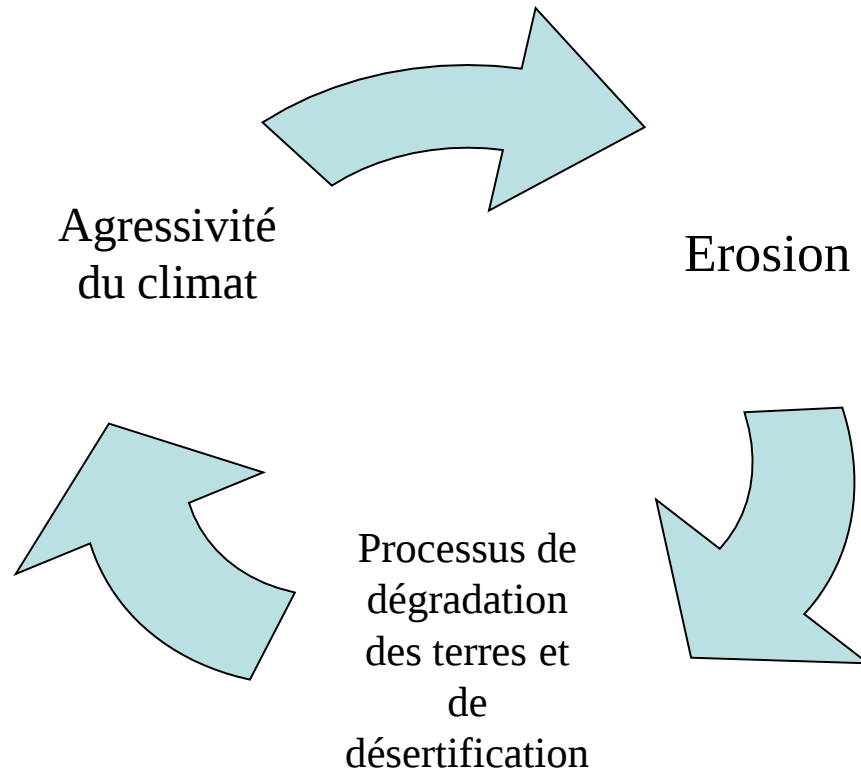
Mayotte, un milieu naturellement fragile



- 63% de la surface sur des pentes supérieures à 15%
- Des sols ferralitiques extrêmement vulnérables (Latrille)
- Une pluviométrie importante (jusqu'à 1400mm)
- Un aléa cyclonique en période (mousson)
- Une régression des mangroves au cours des dernières décennies



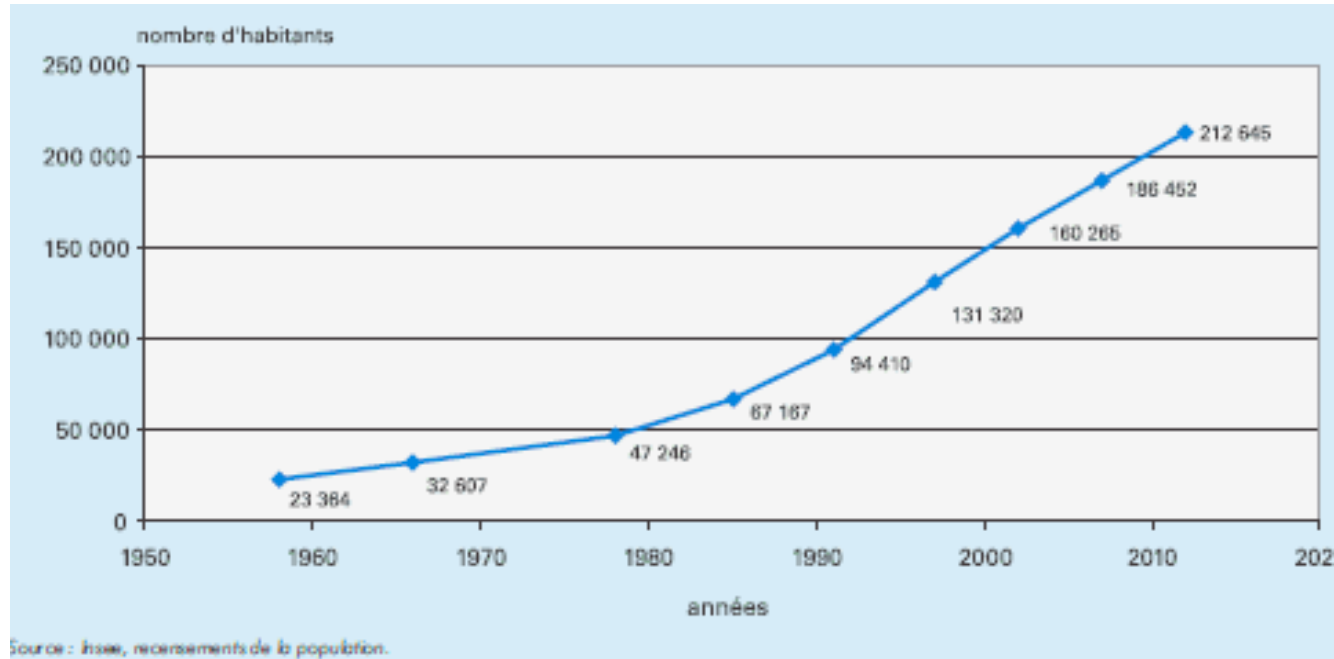
Une menace accrue dans un contexte de changement climatique



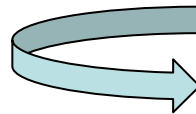
Un cercle vicieux : de plus en plus de pluies violentes, une érosion accrue, une dégradation des sols croissante ..



Une pression anthropique croissante



2016 : 260 000 habitants (691 hab.km²) – Estimation INSEE Décembre 2017

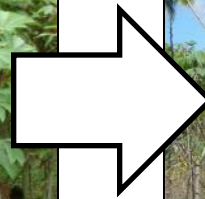


Pression croissante sur un environnement fragile

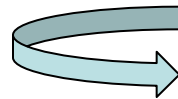
Besoins alimentaires et en infrastructures croissants



Les conséquences de l'érosion en milieu agricole



Transition observée du « Jardin Mahorais » vers la mono culture intensive



Surexploitation des surfaces cultivées

- Perte de fertilité
- Baisse de la production à terme



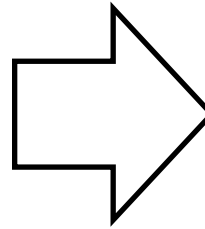
Les conséquences de l'érosion en milieu urbain



- Déstabilisation du bâti, coulées de boue
- Augmentation du risque inondation
- Augmentation du coût d'entretien des infrastructures (nettoyage des réseaux d'écoulement)
- Détérioration des réseaux routiers, d'eau et d'assainissement



Les conséquences de l'érosion sur le lagon



- Destruction des écosystèmes côtiers (massifs coralliens, herbiers, ...)
- Baisse de la biodiversité
- Diminution des ressources halieutiques



LESELAM, projet soutenu par l'Europe au cœur de la Feuille de Route Erosion



16-nov.-17



LESELAM

(Lutte contre l'Erosion des Sols et l'Envasement du Lagon à Mayotte)

Mieux comprendre les processus qui conduisent à l'érosion

- ✓ Observatoire de l'érosion sur trois bassins
 - ✓ Démonstrateur de lutte contre l'érosion
- (mesures de remédiation type Agriculture de Conservation)

Diffusion des connaissances, sensibilisation

Les partenaires du projet

Présence permanente à Mayotte



Missions ponctuelles





Projection du film Résumé de LESELAM

*Présenté par
Hélène Loustau
(Naturalistes de Mayotte)*





2015, première vidéo (8mn42) sur la problématique Erosion à Mayotte

Regards croisés sur l'érosion des sols à Mayotte



<https://www.leselam.com/videos>



2017, seconde vidéo (3mn18) sur LESELAM



<https://www.leselam.com/videos> (à venir)



www.leselam.com

L'érosion à Mayotte

Le projet LESELAM

Partenaires

Publications

Photos & videos

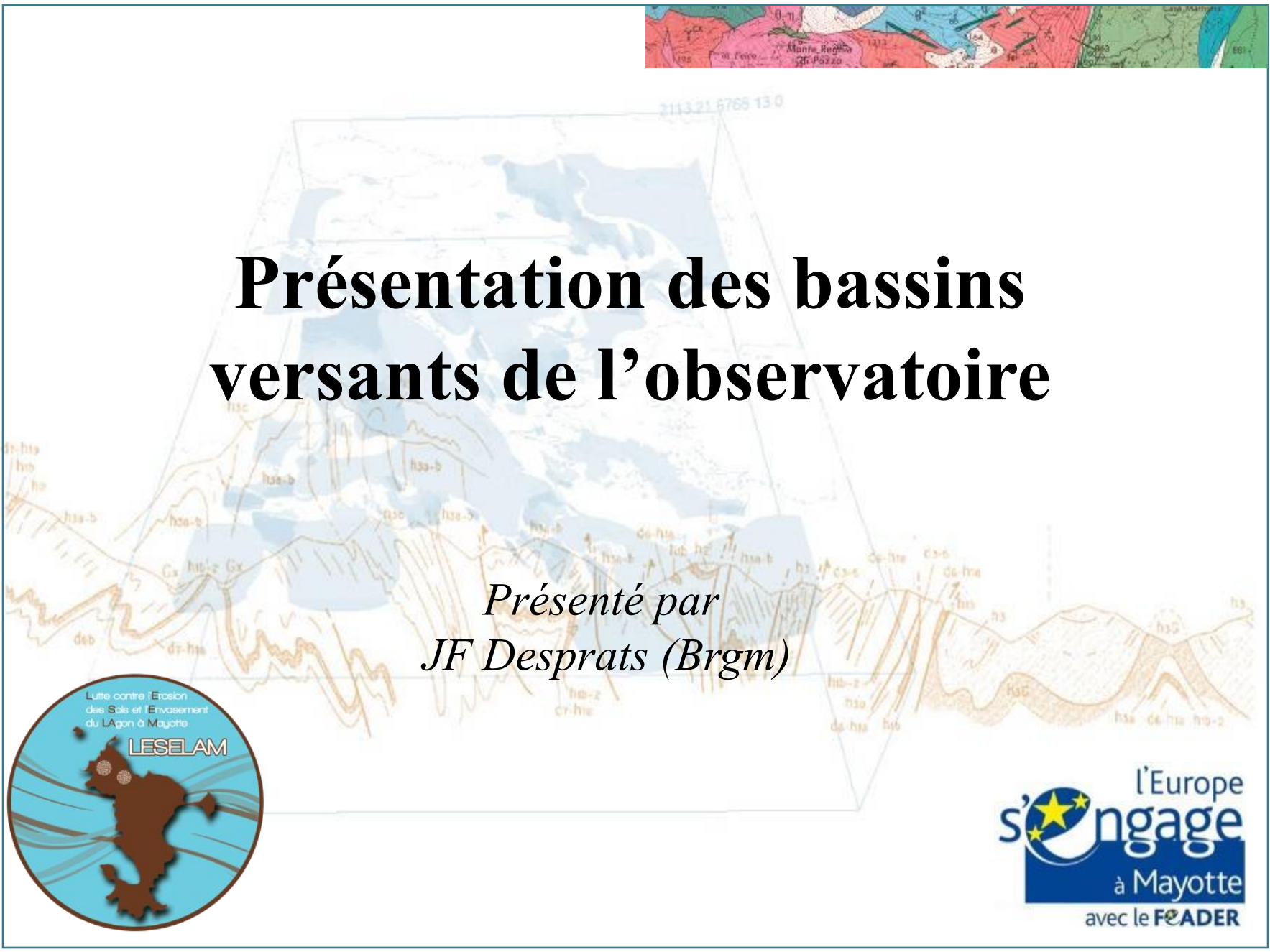
Presse



LESELAM

Lutte contre l'Erosion des Sols et l'Envasement du Lagon à Mayotte





Présentation des bassins versants de l'observatoire

*Présenté par
JF Desprats (Brgm)*

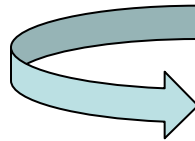




Pourquoi un observatoire Erosion ?

***... afin de répondre aux questions suivantes de la
Feuille de Route Erosion***

- D'où vient l'érosion ?
- Où sont les zones de dépôt ?
- Nécessité de quantifier les apports

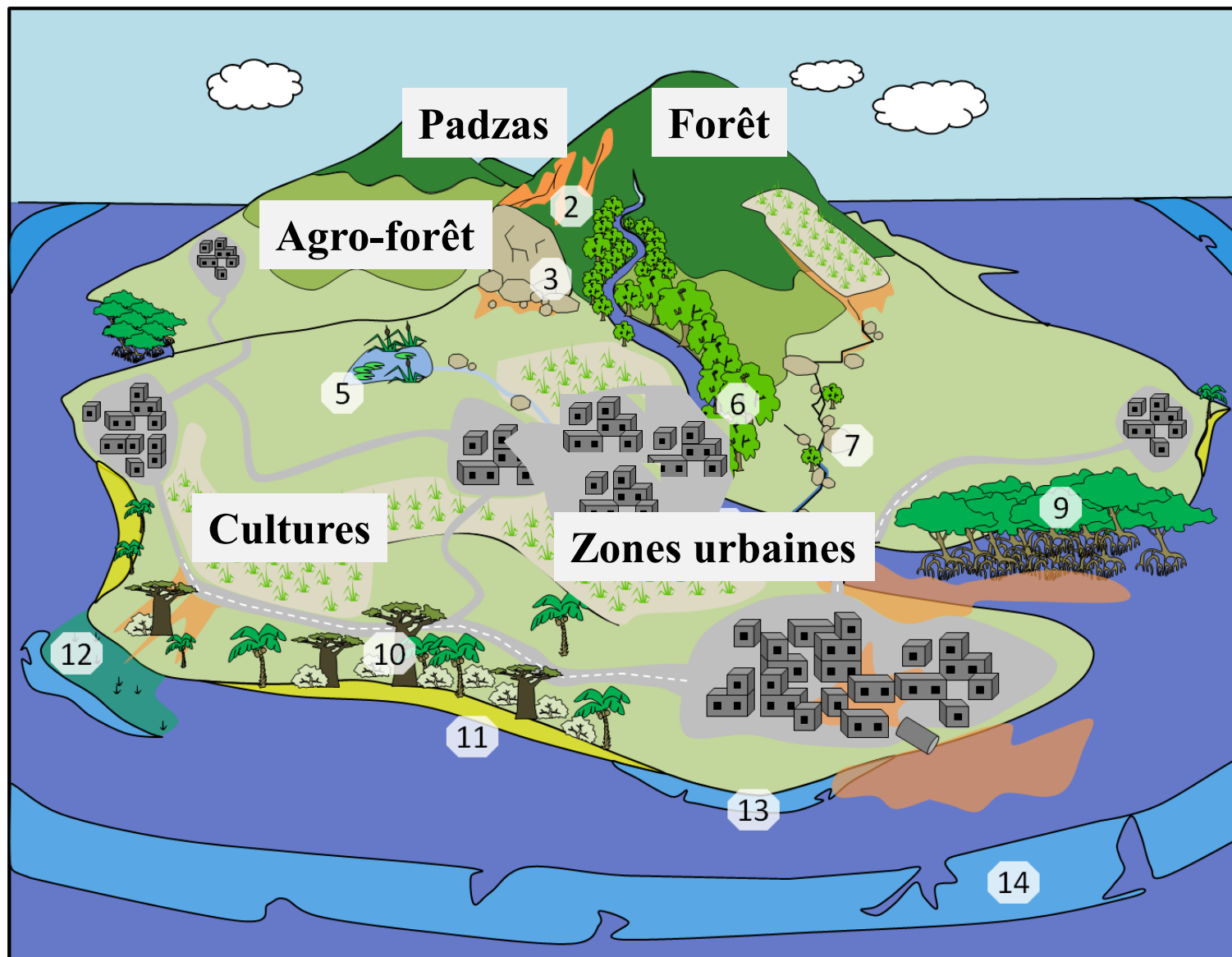


Identification de bassins versants pilotes représentatifs

- 1. de la problématique urbaine**
- 2. de la problématique agricole et naturelle**



Choix des bassins versants de l'observatoire





Identification des bassins versants

2014

Proposition d'une série de bassins versants au Comité de Pilotage de la Feuille de Route Erosion : DEAL, DAAF, Parc Marin, CD976, ...

Septembre 2014

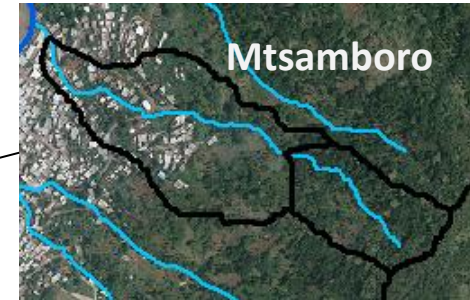
- ☐ Sélection du bassin versant de **Mtsamboro** (*forte composante urbaine, enjeu récifal*)
- ☐ Sélection du bassin versant de **Dzoumogné** (*bassin agricole et naturel avec présence de padzas*)

Mars 2016

- ☐ Sélection du bassin versant de **Salim Be** (*composantes urbaines, agricoles et naturelles, mangrove à l'exutoire*)



Mtsamboro, Dzoumogné (Oua Bandrani), Salim Bé





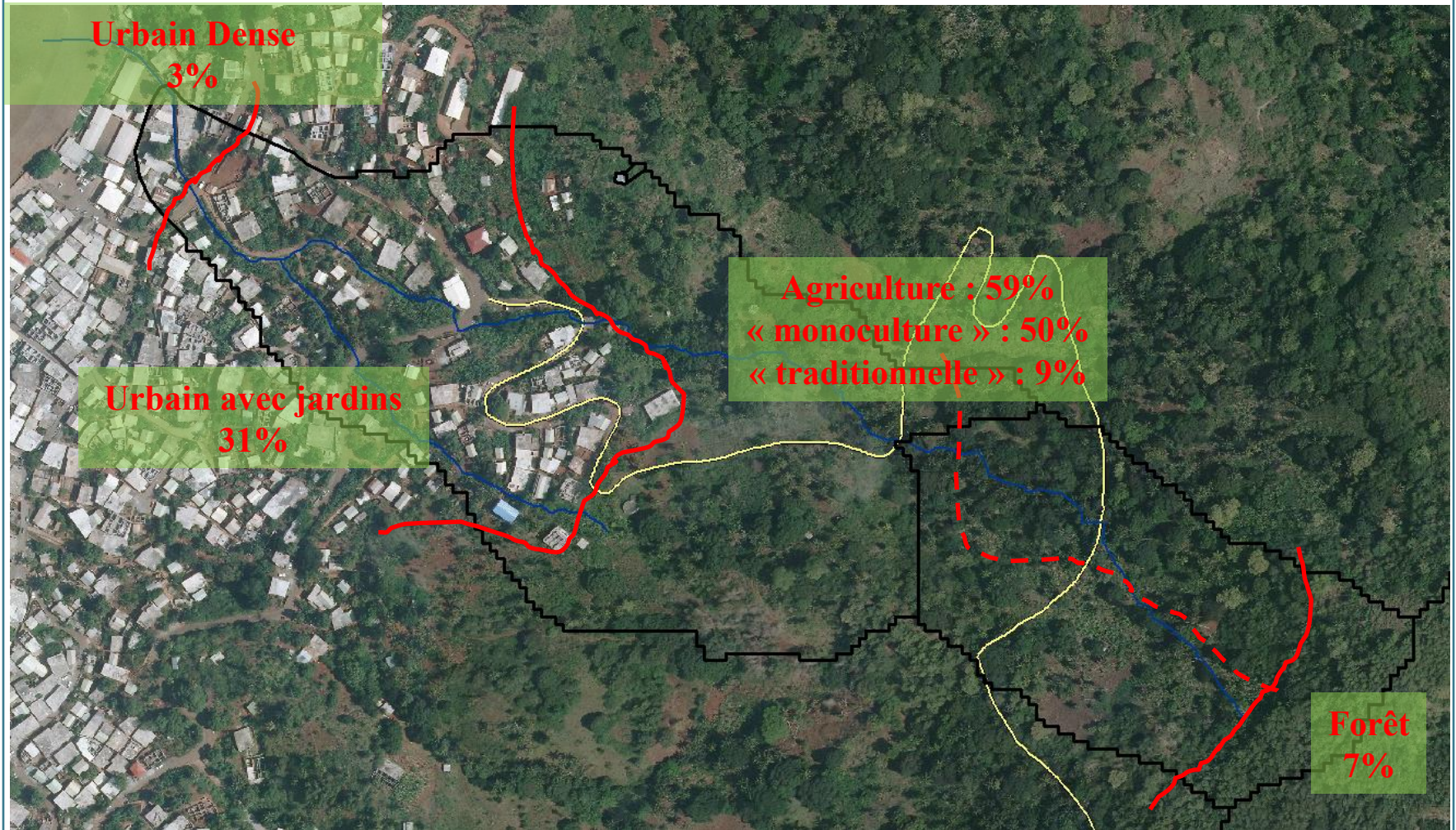
Le bassin versant urbain de Mtsamboro



- ***Bassin de faible surface : 17,5 ha***
- ***Très pentu (21,6%)***
- ***Fortement urbanisé (> 30%)***
- ***Une agriculture évoluant rapidement du modèle traditionnel vers de la monoculture***
- ***Un récif lagunaire majeur au large (Ilots Choizil)***



Le bassin versant urbain de Mtsamboro





Mtsamboro : problématiques amont du bassin

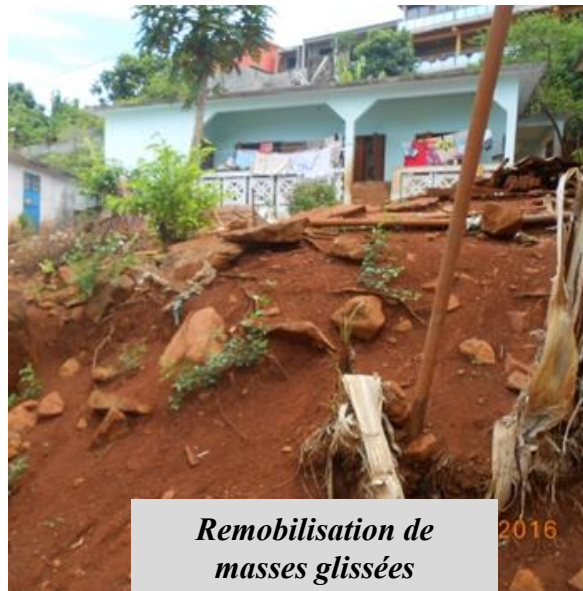
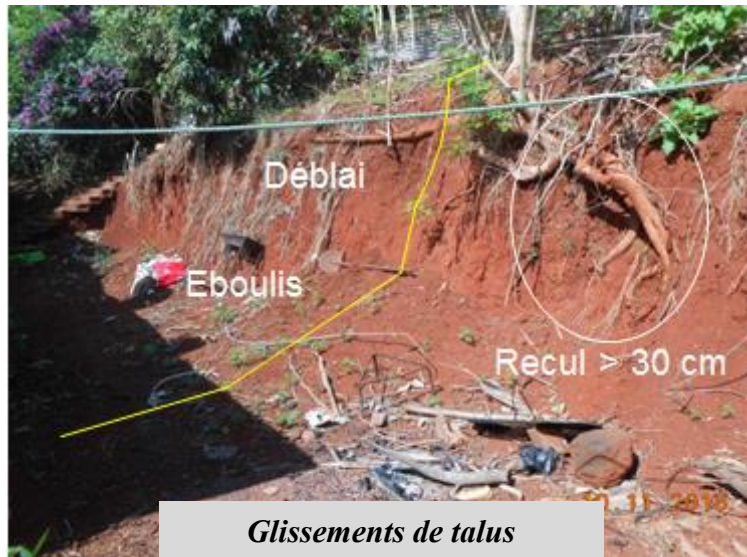


- *Le recul de la forêt*
- *Une agriculture sur des pentes très fortes (> 30%), basculant progressivement du système traditionnel du jardin mahorais vers de la monoculture intensive (proximité de l'habitat, facilité d'évacuation des produits, ..)*
- *La problématique sur certains secteurs de talus en bordure de la piste forestière*



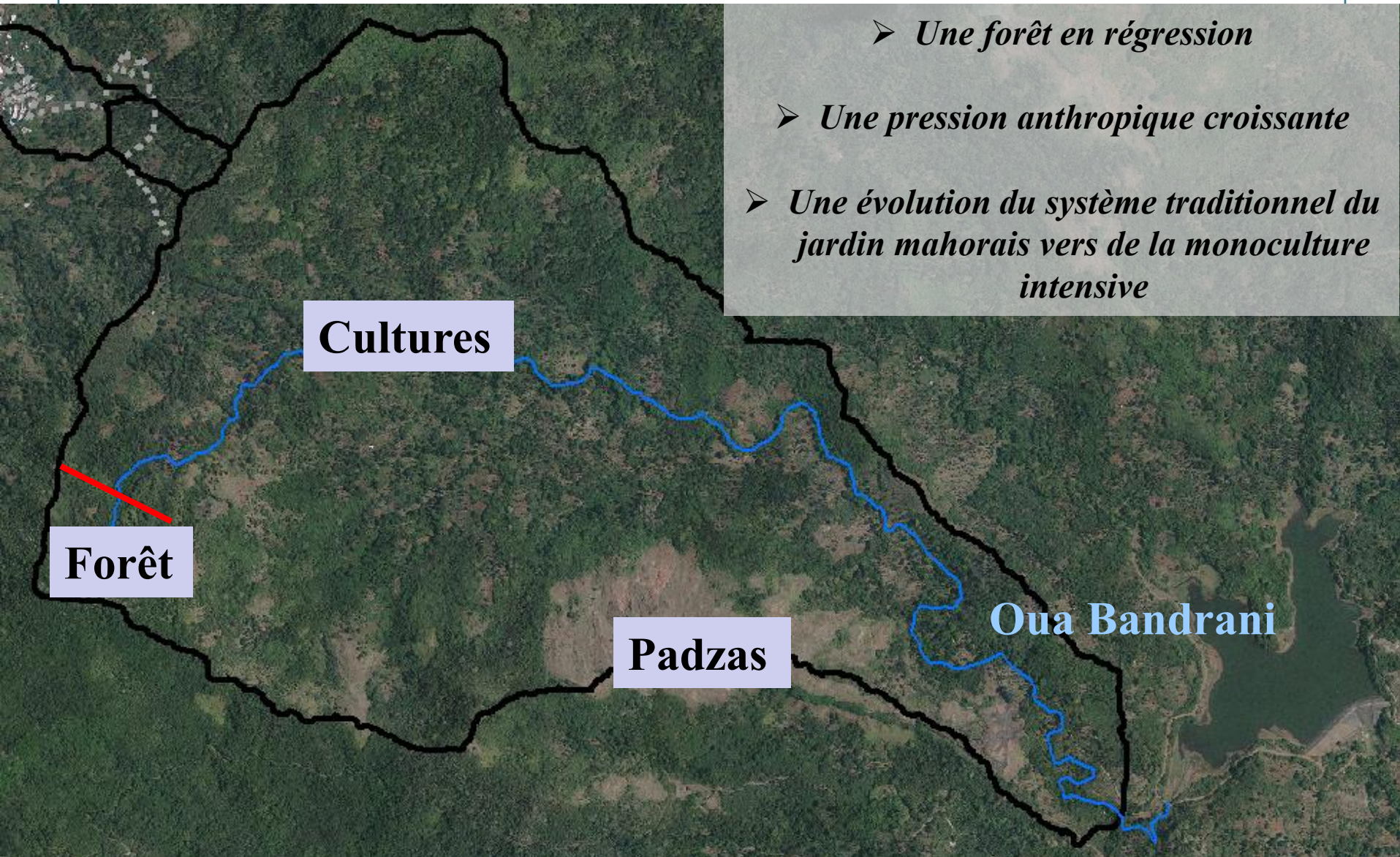
Mtsamboro : problématiques aval

mouvements de terrain, ravinement, érosion



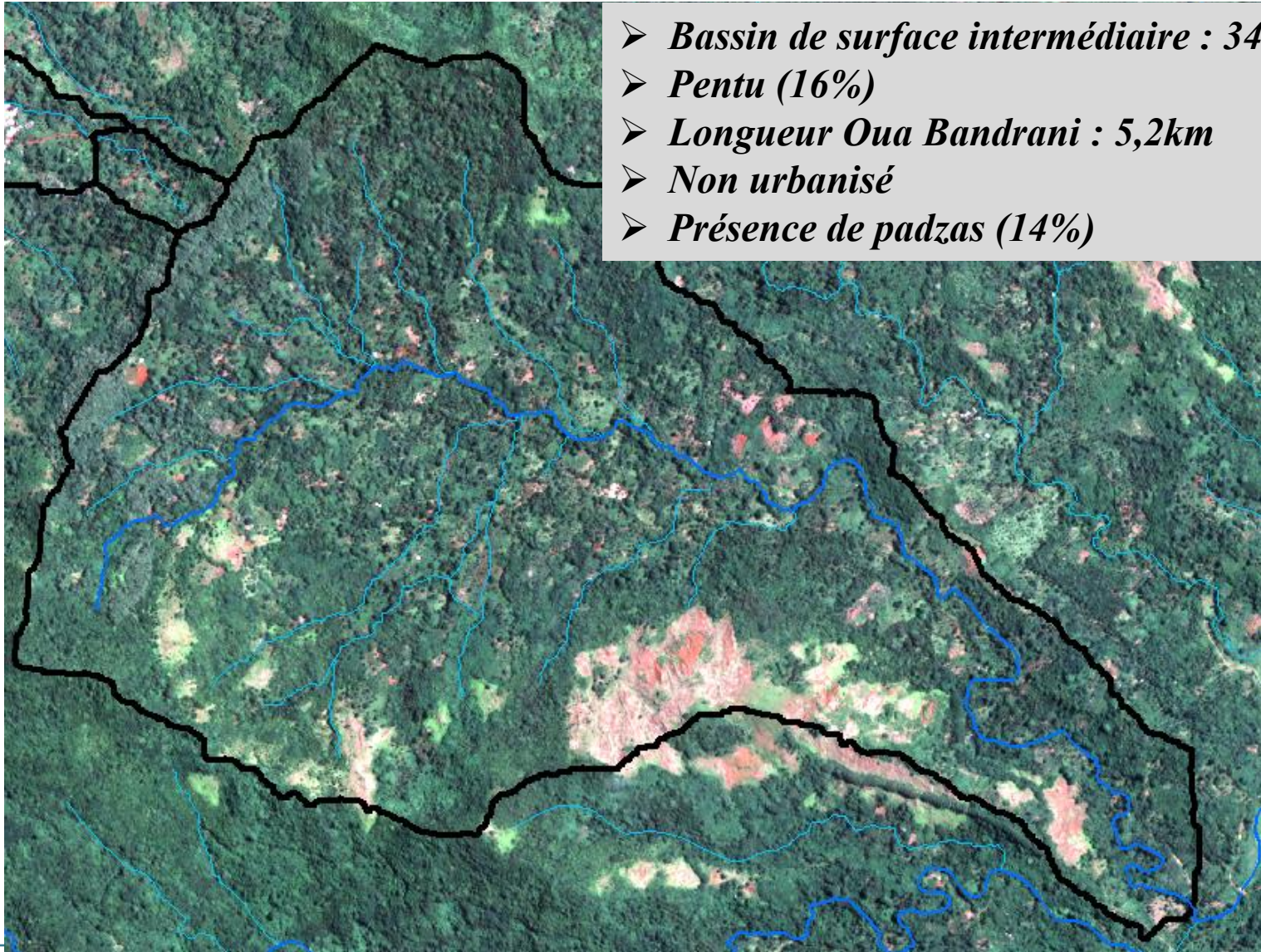


Le bassin versant naturel et agricole de Dzoumogné





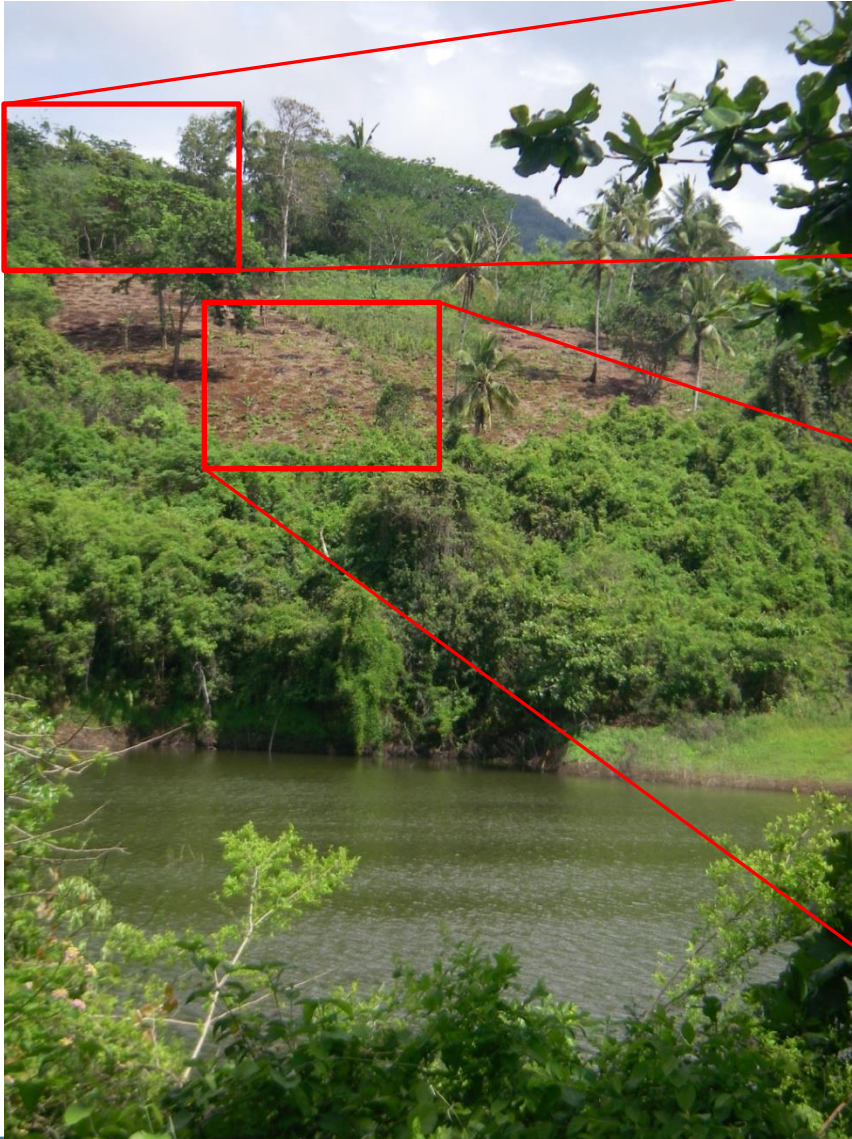
Le bassin versant naturel et agricole de Dzoumogné



- *Bassin de surface intermédiaire : 343 ha*
- *Pentu (16%)*
- *Longueur Oua Bandrani : 5,2km*
- *Non urbanisé*
- *Présence de padzas (14%)*



Le bassin versant naturel et agricole de Dzoumogné



**Agro forêt,
&
Jardin
mahorais**

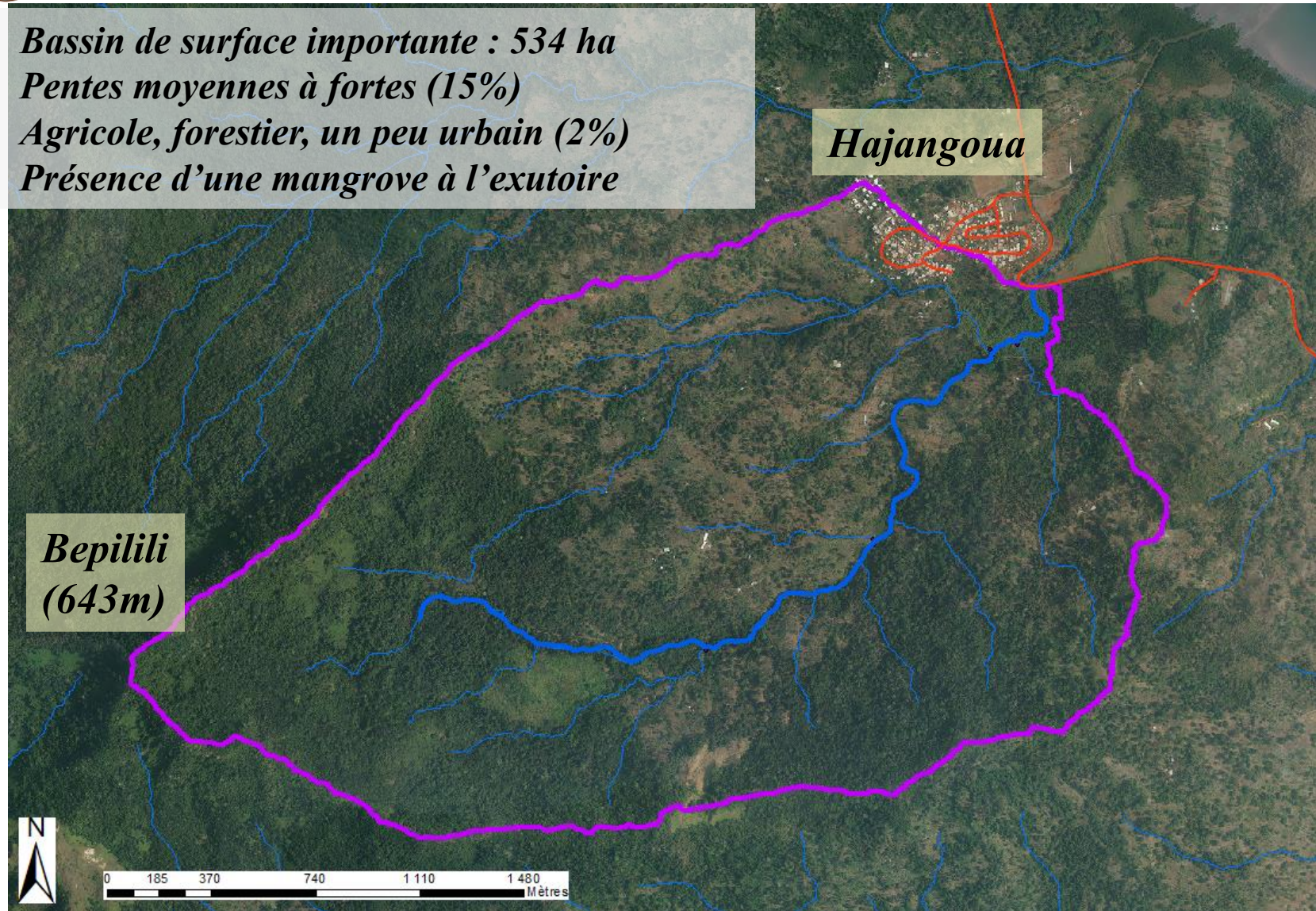


**Mono-
cultures
sur pente**



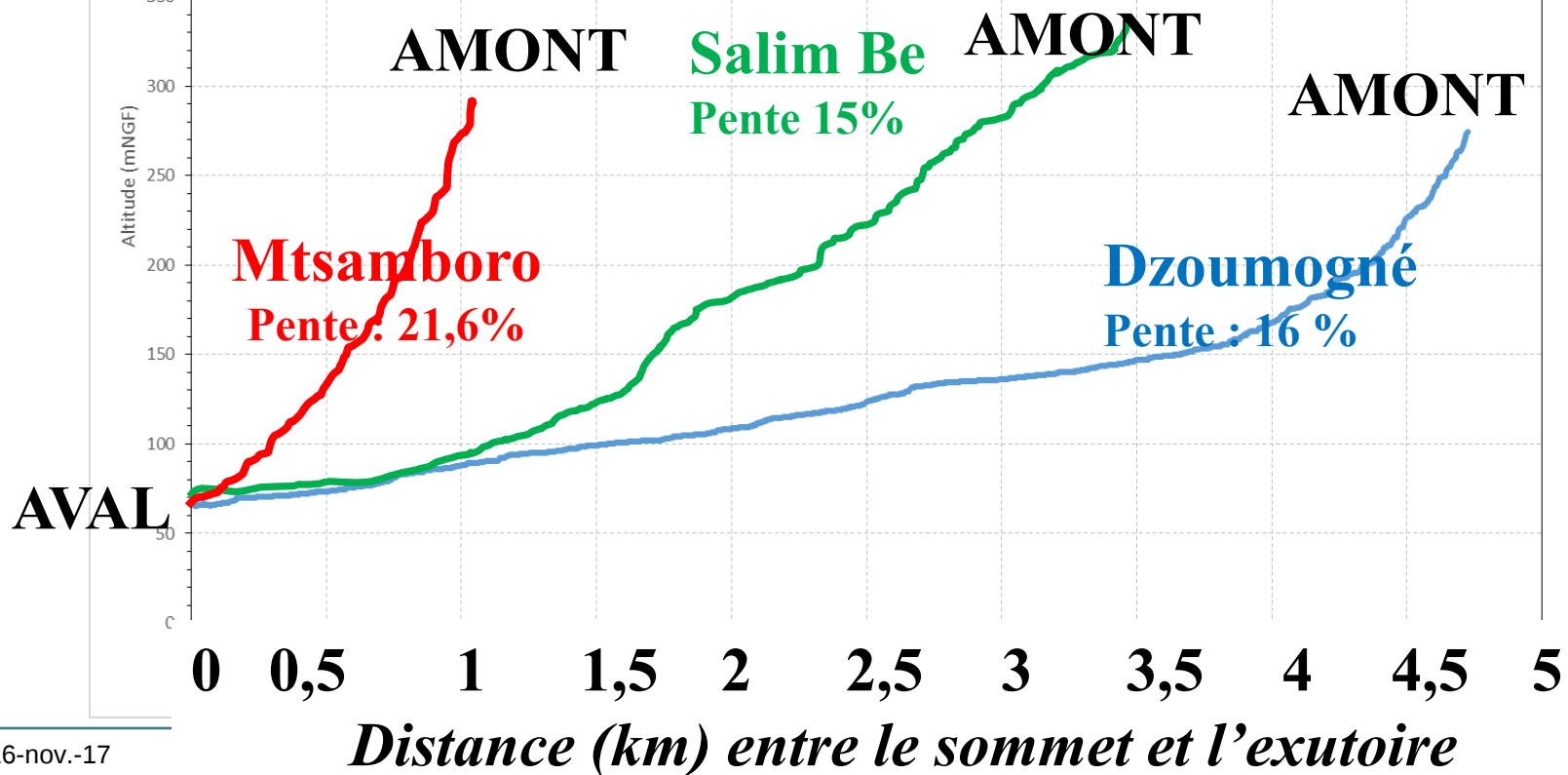
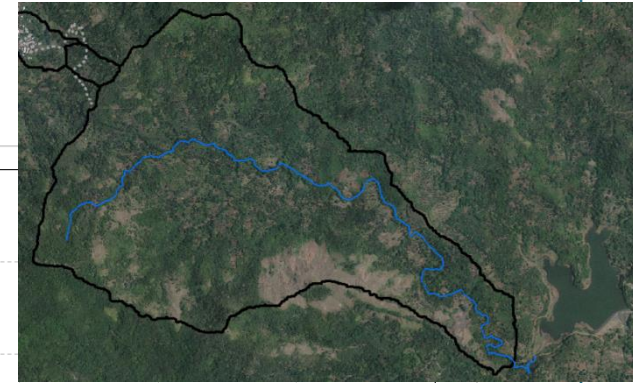
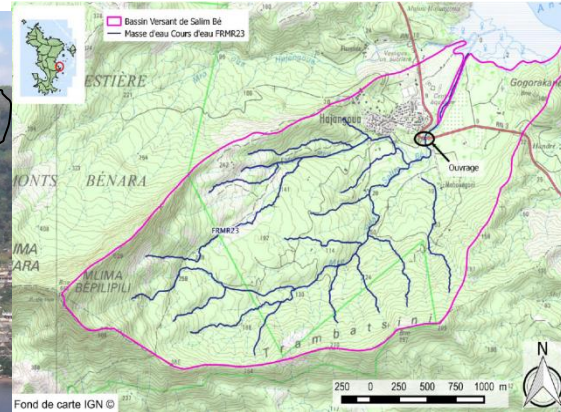
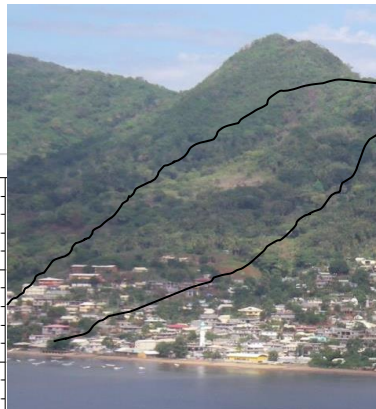
Le bassin versant de Salim Be

- *Bassin de surface importante : 534 ha*
- *Pentes moyennes à fortes (15%)*
- *Agricole, forestier, un peu urbain (2%)*
- *Présence d'une mangrove à l'exutoire*





Les profils des trois cours d'eau





Observatoire multi-échelles du ruissellement et de l'érosion

*Présenté par
JM Lopez (CIRAD) & C Dejean (IRSTEA)*





Observatoire multi-échelles du ruissellement et de l'érosion

Objectifs (DEAL, 2012)

☐ Comprendre et quantifier les phénomènes d'érosion des sols

- Estimer les quantités de terre (sédiments et matières en suspension) arrachée au sol et transportée par les eaux de surface jusqu'au lagon
- Déterminer la contribution des différents milieux terrestres (naturel-forestier, agricole et urbain) à la production de sédiments et de matières en suspension et, conséquemment, à l'envasement du lagon
- Caractériser les mécanismes de production et de transfert des flux d'eau et de sédiment



Observatoire multi-échelles du ruissellement et de l'érosion

Objectifs (DEAL, 2010)

□ Caractérisation des mécanismes de l'érosion

- Identification des principaux facteurs biophysiques qui déterminent la production de l'érosion : nature du sol, couverture végétale, pente du terrain, pluviométrie, voies d'eau naturelle et artificielle, habitation, etc.
- Analyse des processus de transfert des flux d'eau et de terrigène depuis la source (piste, talus, remblais, parcelle agricole/urbaine/padza) jusqu'au lagon compte tenu des caractéristiques du réseau hydrologique (naturel et artificiel)

=> Le bassin versant: échelle spatiale de référence pour étudier les phénomènes d'érosion des sols et de transport de terrigène vers le lagon



Observatoire multi-échelles du ruissellement et de l'érosion

❑ Critères pris en compte pour le choix des sites de mesure au sein des bassins versants

- Représentativité et variabilité des conditions d'occupation du sol et de pluviométrie
- Accessibilité, sécurité et configuration des sites
- Complémentarité du réseau LESELAM avec celui de la DEAL
- Autorisations formelle (autorités) et informelle (propriétaires coutumiers)



Observatoire multi-échelles du ruissellement et de l'érosion

□ Les équipements de l'Observatoire LESELAM

- Réseau fixe de stations pluviométriques (2), météorologiques (2) et hydrologiques (4)
-
- Dispositif fixe de parcelles d'érosion (12) à l'échelle des 100 m²
- Dispositif fixe de placettes d'érosion sur talus (2) à l'échelle du m²
- Dispositif mobile de placettes (21) sous pluies artificielles à l'échelle de 1 m²



Observatoire multi-échelles du ruissellement et de l'érosion

□ Stations pluviométriques et météorologiques



Station climatique



Pluviographe



Observatoire multi-échelles du ruissellement et de l'érosion

Stations hydrologiques





Observatoire multi-échelles du ruissellement et de l'érosion

Seuil de jaugeage pour mesure des débits d'écoulement





Observatoire multi-échelles du ruissellement et de l'érosion

❑ Réseau de parcelles d'érosion sur Mtsamboro et Dzoumogné (Bandrani)

- Echelle standardisée de 100 m² (20 x 5 m) avec des pentes de 15 à 60%
- Ensemble de 12 parcelles installées en milieux forestier (1), agricole cultivé (8), urbain (1) et sur padza dénudé (2)
- Mesure des hauteurs d'eau ruisselées et des quantités de terre érodées
- Caractérisation des états de surface en début et fin de saison des pluies



Observatoire multi-échelles du ruissellement et de l'érosion

❑ Illustration de ruissellomètres (100 m²)

Parcelles agricole, forestière et de padza





Observatoire multi-échelles du ruissellement et de l'érosion

❑ Réseau de placettes d'érosion sur talus : Mtsamboro (piste forestière) et Dembeni (route nationale)

Mise en place



Végétalisation entre décembre et mars 2017



Pluviomètre

Prélèvements et pesées





□ Réseau de placettes d'érosion sous pluies artificielles

- Echelle standardisée de 1 m²
- Ensemble de 21 placettes en milieux agricole (14), forestier (2), remblais urbain (2), padza (2) et piste (1)
- Simulation de pluies artificielles en conditions maîtrisées: hauteur d'eau et intensité pluviométrique
- Mesure des volumes d'eau ruisselés et des quantités de terre érodées à partir de prises d'échantillons d'eau ruisselée



Observatoire multi-échelles du ruissellement et de l'érosion

❑ Réseau de placettes d'érosion sous pluies artificielles: quel objectif ?

- Explorer la variabilité des formations pédo-paysagères
- Intensités de pluies variables (40 à 160 mm/h) pour la définition de seuils de déclenchement du ruissellement et de l'érosion
- Etude des mécanismes du transfert d'échelle en relation avec les parcelles de 100 m²



Observatoire multi-échelles du ruissellement et de l'érosion

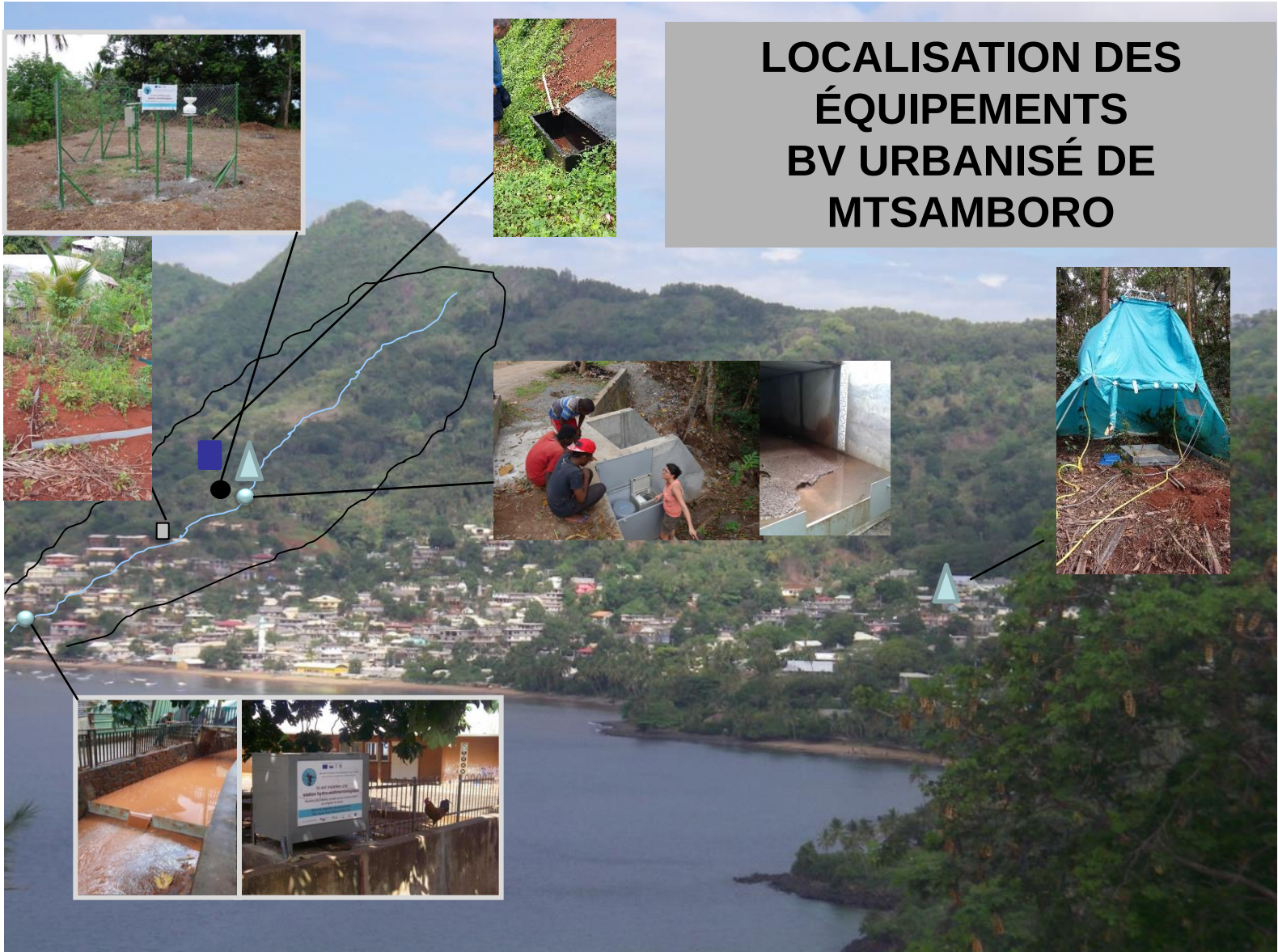
❑ Réseau de placettes d'érosion sous pluies artificielles





Observatoire multi-échelles du ruissellement et de l'érosion

LOCALISATION DES ÉQUIPEMENTS BV URBANISÉ DE MTSAMBORO





**LOCALISATION DES ÉQUIPEMENTS
BV AGRO-FORESTIER DE
DZOUMOGNE**

Cultures

Oua Bandrani

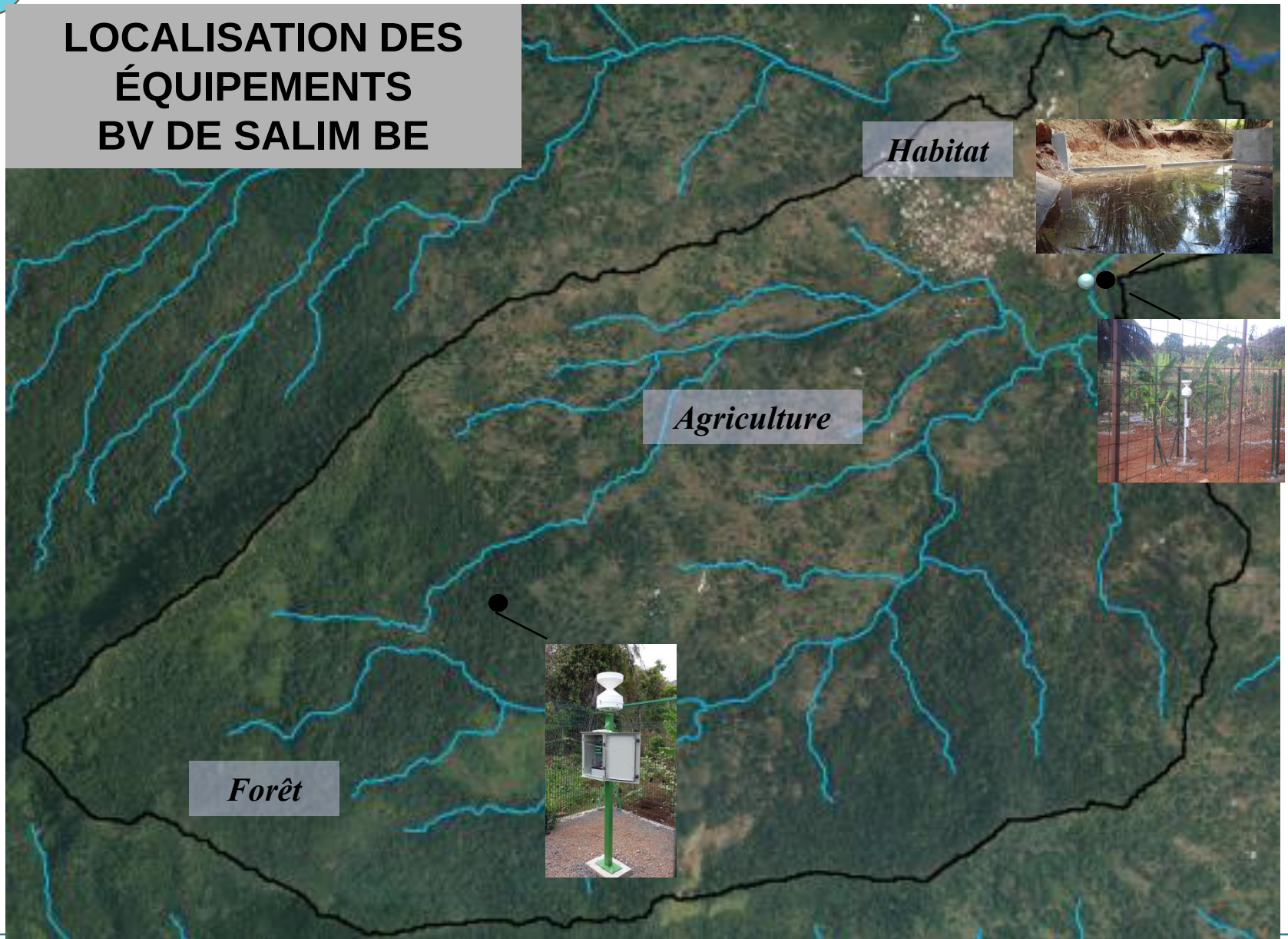
Forêt

Padzas



Observatoire multi-échelles du ruissellement et de l'érosion

LOCALISATION DES ÉQUIPEMENTS BV DE SALIM BE



Habitat

Agriculture

Forêt



Observatoire multi-échelles du ruissellement et de l'érosion

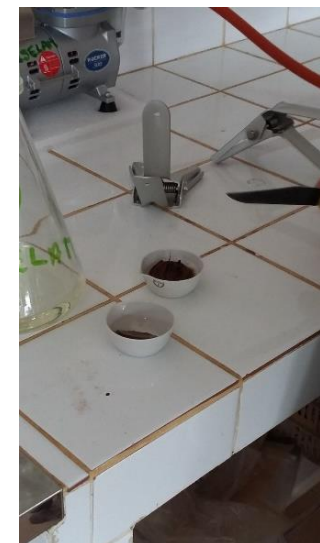
□ Kit de laboratoire pour la détermination des concentrations en matières en suspension des écoulements

- Laboratoire de la station agronomique de Dembéni
- Ensemble de petits équipements pour la quantification des concentrations en matière sèche de terre issue des prélèvements d'eau et de matières en suspension au niveau des stations hydrologiques



Observatoire multi-échelles du ruissellement et de l'érosion

□ Les petits équipements de laboratoire





Observatoire multi-échelles du ruissellement et de l'érosion

Représentation schématique
du bassin versant instrumenté



Forêt



Padza



Station
hydrologique



Station
hydrologique



Station météo



Agriculture





Premiers résultats chiffrés sur l'érosion dans les bassins versants étudiés

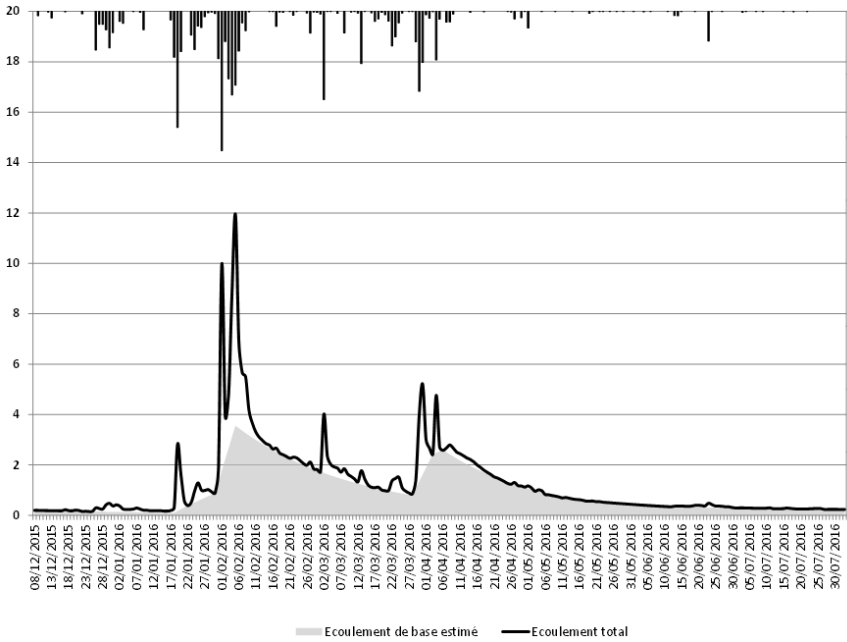
*Présenté par
Bruno Lidon (Cirad)*



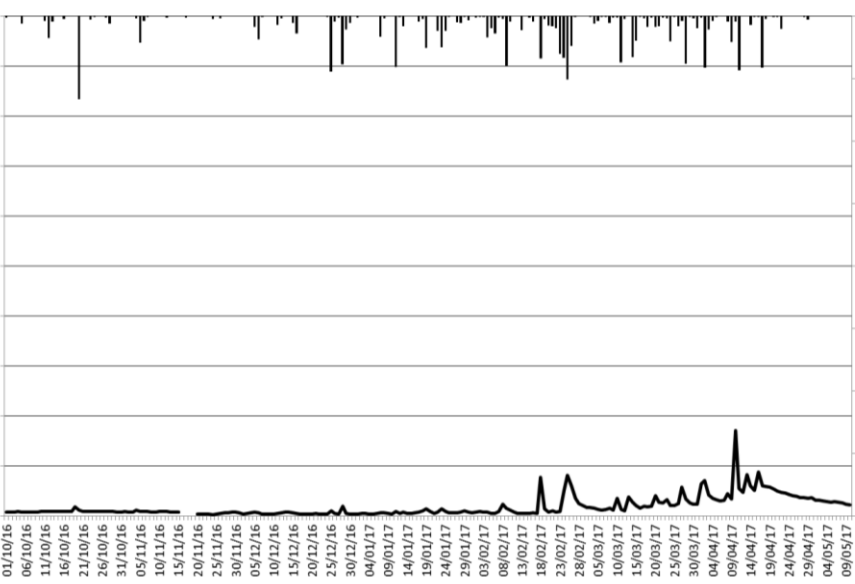


Dzoumonié (surface BV 343 ha): Comparaison des écoulements 2015 2016 et 2016-2017

Ecoulements journaliers ramenés en mm



Année pluviométrique 2015-2016



Année pluviométrique 2016-2017

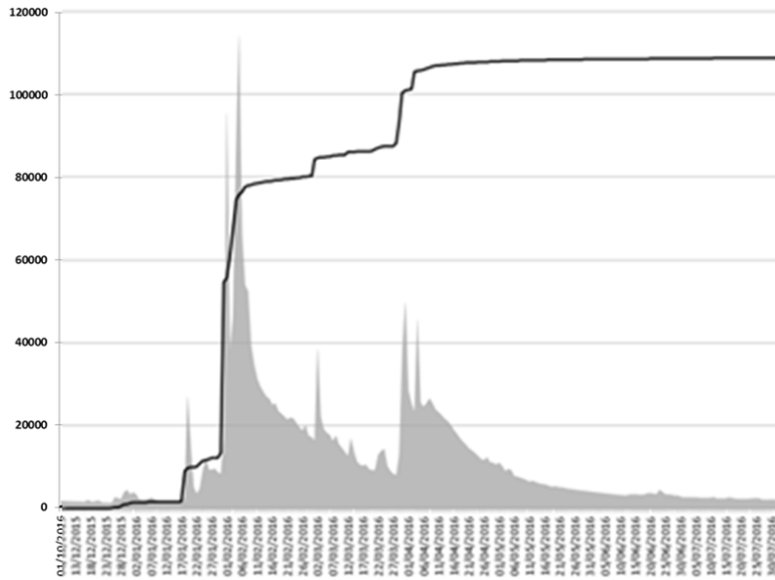
Pluviométrie journalière mm

Période	Pluviométrie cumulée	Volume des écoulements		% de la pluviométrie
	mm	m3	mm	%
08 Déc 2015 – 30 Juil 2016	1329 mm	1 010 000 m ³	294,7 mm	22%
01 Oct 2016 – 09 Mai 2017	1152 mm	264 250 m ³	77 mm	6,7%
Comparaison	-13,3 %	-73%	- 69%	

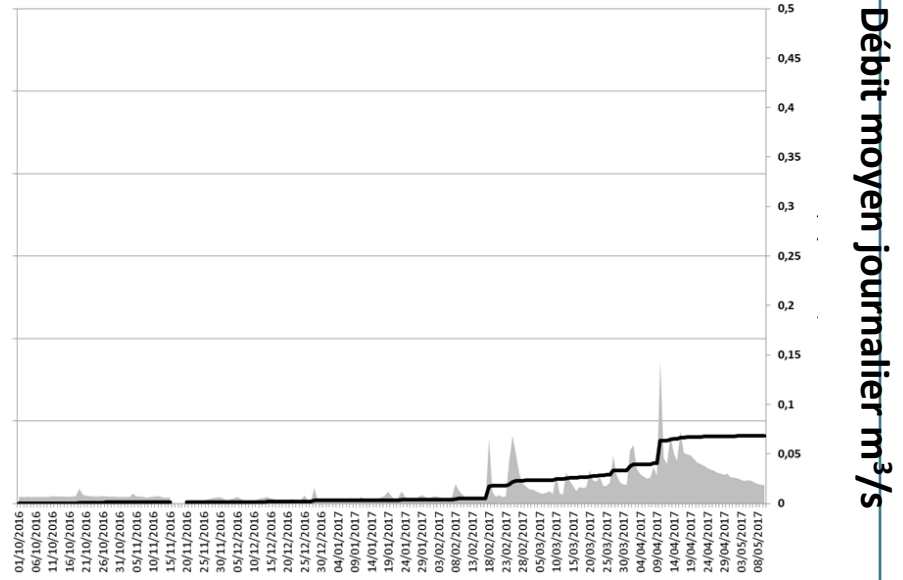


Dzoumonié (surface BV 343 ha): Comparaison des transports solides 2015 2016 et 2016-2017

Poids cumulé MES
mesuré à l'exutoire (Kg)



Année pluviométrique 2015-2016

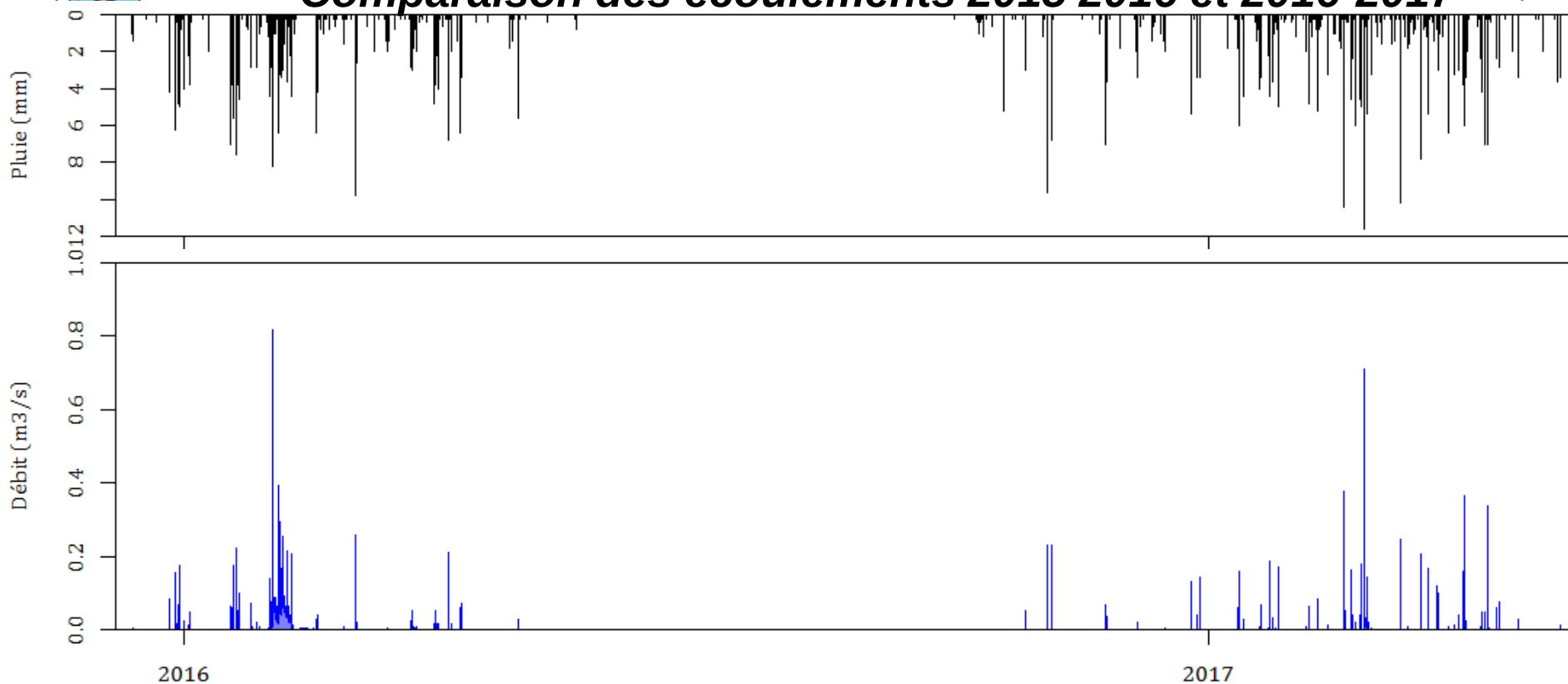


Année pluviométrique 2016-2017

Période	Volume des écoulements	Poids cumulé MES à l'exutoire	Poids moyen de MES par ha	Poids moyen de MES par m3 écoulé
	million m ³	t	Kg/ha	g/l
08 Déc 2015 – 30 Juil 2016	1, 01 10 ⁶ m ³	108,4 t	315 Kg/ha	0,107 g/l
01 Oct 2016 – 09 Mai 2017	0,26 10 ⁶ m ³	16,4 t	49 Kg/ha	0,062 g/l
Comparaison	-73%	- 84%		- 42%



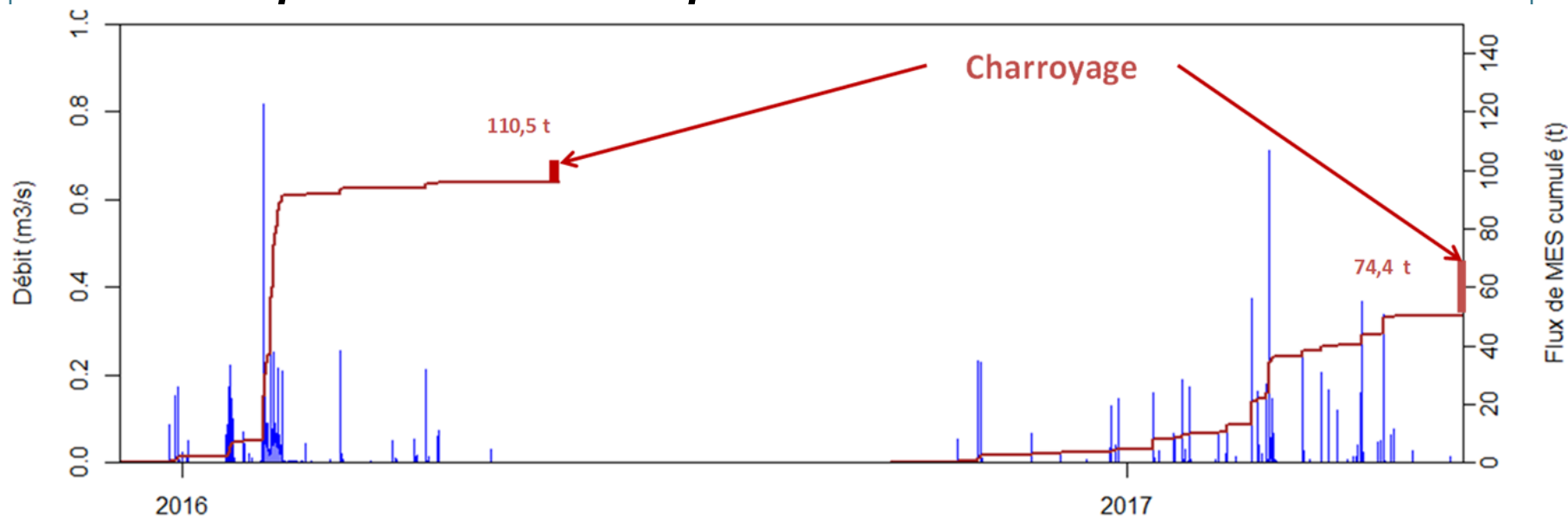
Mtsamboro (surface BV 17.7 ha): **Comparaison des écoulements 2015 2016 et 2016-2017**



Période	Pluviométrie cumulée	Volume des écoulements		% de la pluviométrie
	mm	m3	mm	%
07 Dec 2015 – 25 Mai 2016	1161 mm	45 164 m ³	255 mm	22.0 %
01 Oct 2016 – 11 Mai 2017	1107 mm	15 225 m ³	86 mm	7.8 %
Comparaison	-4.7 %	-66%		- 64%



Mtsamboro (surface BV 17,7 ha): Comparaison des transports solides 2015 2016 et 2016-2017



Année pluviométrique 2015-2016

Année pluviométrique 2016-2017

Période	Volume des écoulements	Poids cumulé en sédiment à l'exutoire	Poids moyen de MES par ha	Poids moyen de MES par m3 écoulé
	million m ³	t	Kg/ha	g/l
08 Déc 2015 – 30 Juil 2016	45 164 m ³	110.5 t	6.24 t/ha	2.44 g/l
01 Oct 2016 – 09 Mai 2017	15 225 m ³	74.4 t	4.20 t/ha	4.88 g/l
Comparaison	-66%	- 33%		+100%

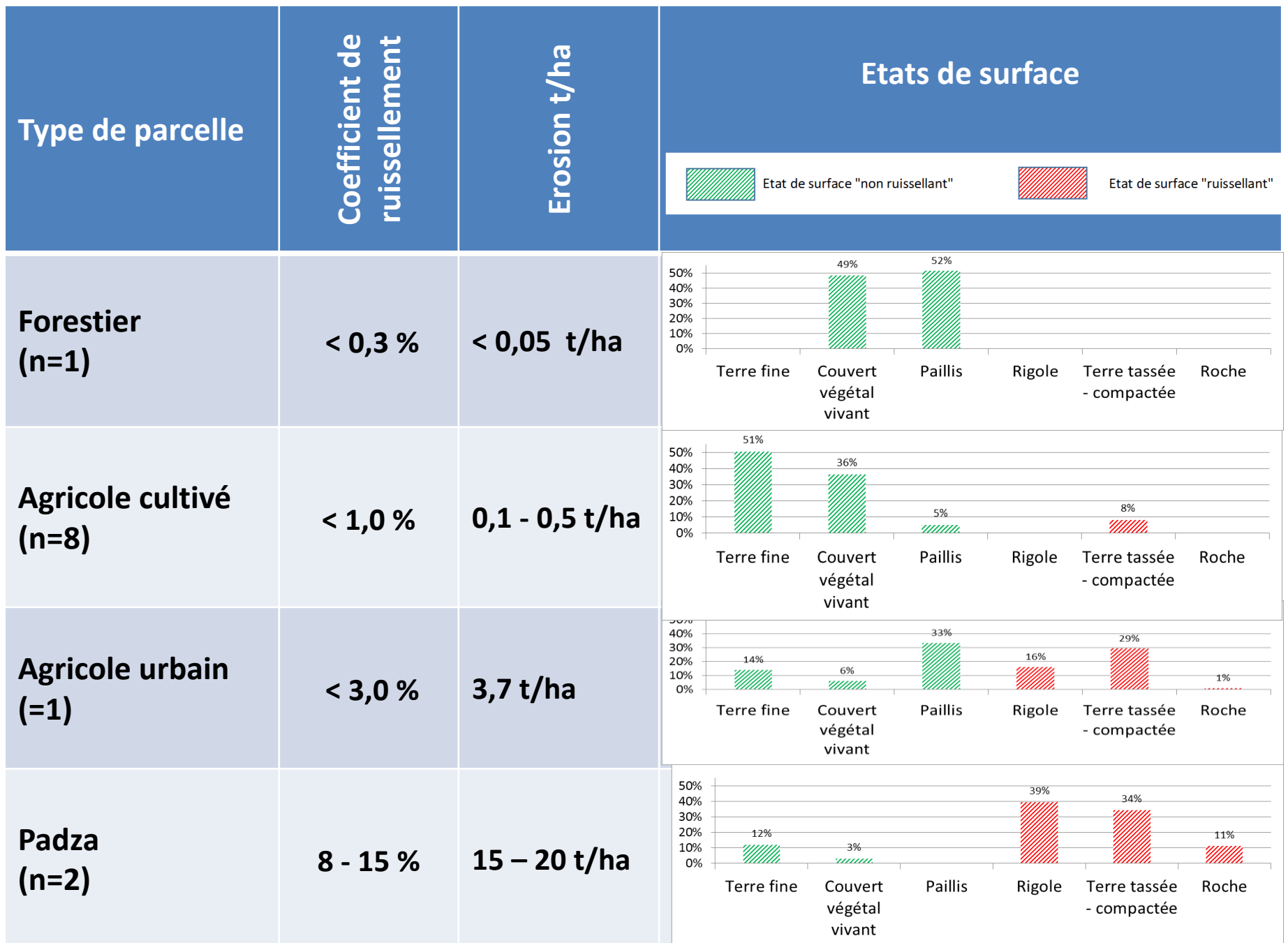


Principaux constats

- Au cours des 2 années de suivi les volumes érodés par hectare sur le bassin de Mtsamboro (zone urbanisée de 5,25 ha soit 29,6% de la surface) sont incontestablement plus élevés que sur le bassin versant de Dzoumounié (rapport de plus de 1/50)
- Ces résultats montrent que ruissellement et érosion sont étroitement dépendants de la distribution des pluies. Plus il y a de périodes de forte pluviosité, plus forte est la probabilité d'avoir des événements ruisselant et érosifs.
- Au stade actuel, ces chiffres ne peuvent être considérés qu'à titre indicatif. Ils amènent en particulier à s'interroger sur l'importance des phénomènes d'érosion en période d'évènement extrême.



Résultats illustratifs du suivi des parcelles de ruissellement





Principaux constats

- Faibles quantités de ruissellement et d'érosion sur parcelles agricoles cultivées
 - Quantités moyennes sur parcelles urbaines cultivées
 - Fortes quantités sur parcelles de padza dénudé
- Confirmations du lien très fort entre rugosité et son taux de couverture végétale du sol avec les taux de ruissellement et d'érosion
 - Importance des zones indurées et des rigoles sur l'apparition du ruissellement et de l'érosion concentrée particulièrement en zone de pente
- Cohérence des résultats enregistrés aux échelles des 100 m² avec ceux obtenus à l'échelle des bassins versants
 - Confirmation des résultats issus des travaux de Lapègue (1999)
 - Réserves émises du fait du faible nombre d'évènements pluviométriques de forte agressivité => données à consolider



Résultats illustratifs de la campagne de simulation de pluie

***Simulation de pluie utilisant des intensités
« cycloniques » sur sols imbibés***

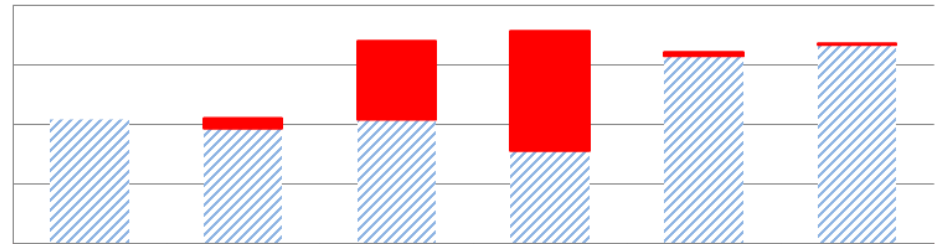


Intensités de ruissellement sur sol imbibé

Parcelle cultivée

Intensité maximum mm/h

200
150
100
50
0

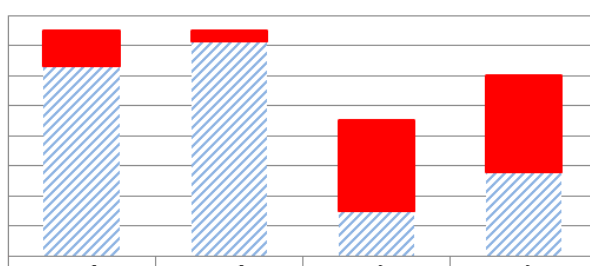


■ Lame ruisselée mm/h	0	8,4	66	100	3	1,3
▨ Lame infiltrée mm/h	104	96,6	104	78	157	166,7

Parcelle milieu naturel

Intensité maximum mm/h

160
140
120
100
80
60
40
20
0

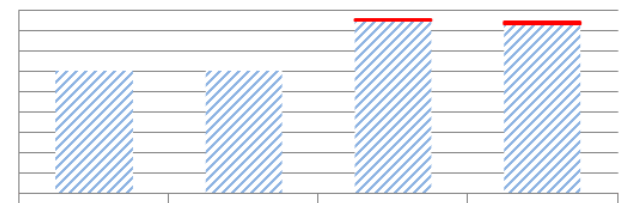


■ Lame ruisselée mm/h	24	7,5	60	64
▨ Lame infiltrée mm/h	126	142,5	30	56

Parcelle bananeraie

Intensité maximum mm/h

180
160
140
120
100
80
60
40
20
0

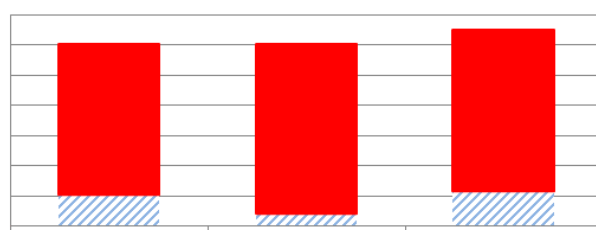


■ Lame ruisselée mm/h	0	0	0,84	2,28
▨ Lame infiltrée mm/h	120	120	169,16	165,72

Piste et remblai

Intensité maximum mm/h

140
120
100
80
60
40
20
0

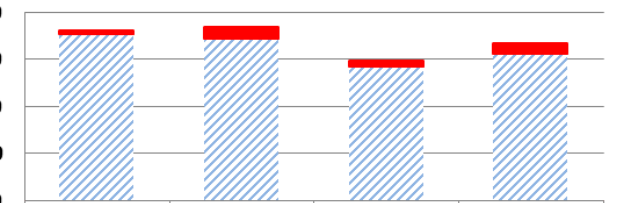


■ Lame ruisselée mm/h	100	112,8	108
▨ Lame infiltrée mm/h	20	7,2	22

Parcelle en jachère

Intensité maximum mm/h

200
150
100
50
0



■ Lame ruisselée mm/h	4,2	12	6,3	10,6
▨ Lame infiltrée mm/h	177,8	173	143,7	157,4



La plupart des sols mesurés ont de très fortes capacités d'infiltration

Confirmation des
résultats des
parcelles de
ruissellement

Pluie

Les lames d'eaux
infiltrées alimentent
le sol, les
écoulements de sub
surface et les nappes

Infiltration

Ruissellement

Rupture de pente

**Ecoulement de
base**

**Ecoulement vers
nappes**

Ecoulement de sub surface

**Ruissellement
« différé »**

En cas d'évènement pluviométrique de forte intensité seul un aménagement intégré du paysage peut permettre de maîtriser le ruissellement et l'érosion

Cartographie de l'érosion des sols sur le bassin de Mtsamboro

*Présenté par
Olivier Cerdan (BRGM)*



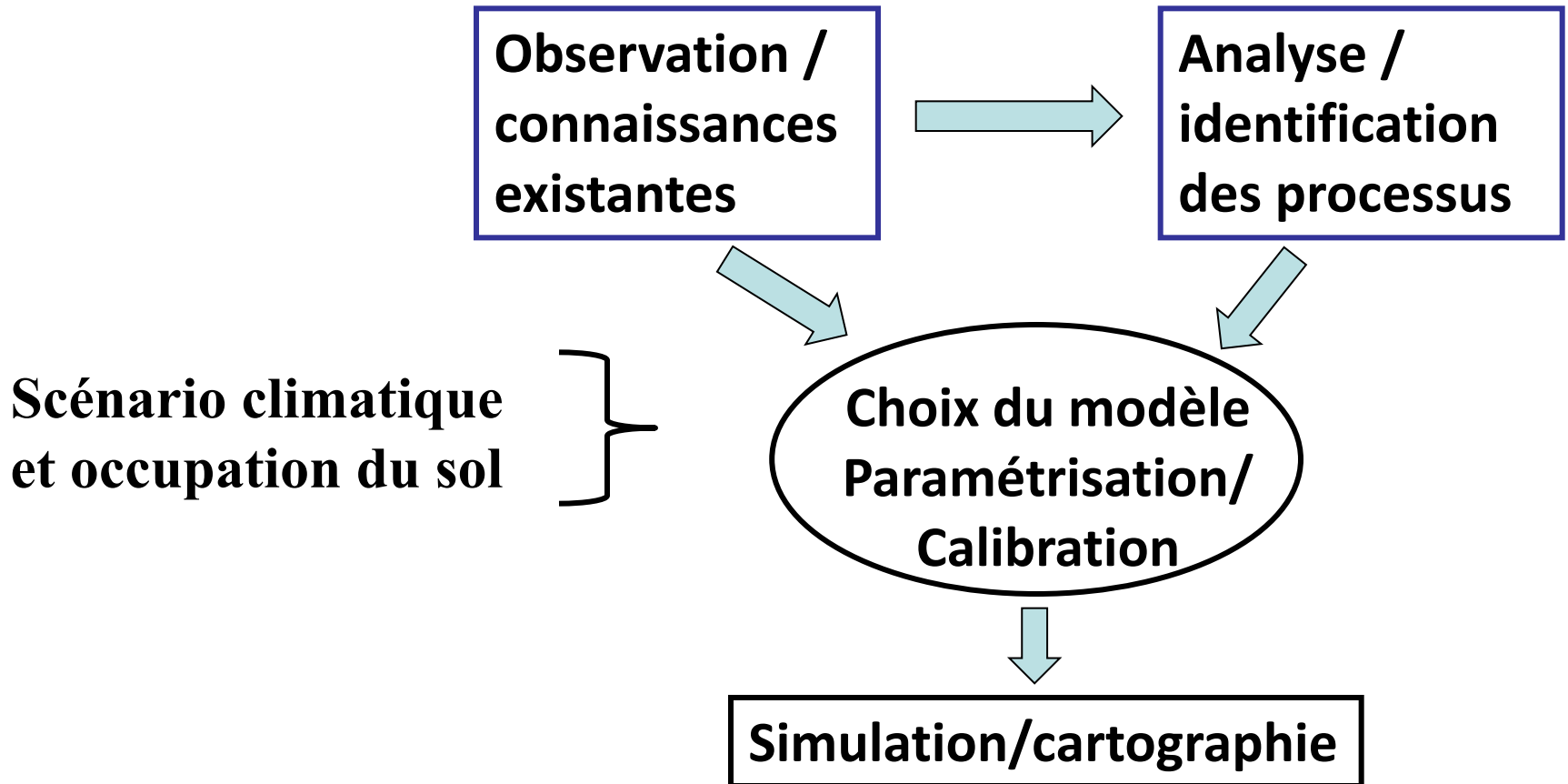


Améliorer et adapter un modèle d'érosion des sols et d'export de sédiments

- **Pourquoi un modèle ?**
- ✓ **Faire le lien entre les différentes échelles, de l'amont vers l'aval, et entre les différentes saisons**
- ✓ **Cartographier l'extension spatiale et l'intensité actuel du phénomène**
- ✓ **Tester l'impact de changement d'occupation du sol, de pratiques agricoles ou de changement climatiques**
- ✓ **Communiquer et tester les scénarios pour une meilleure appropriation des résultats**

Modélisation à l'échelle des bassins versants

Améliorer et adapter un modèle d'érosion des sols et d'export de sédiment. Plusieurs étapes :

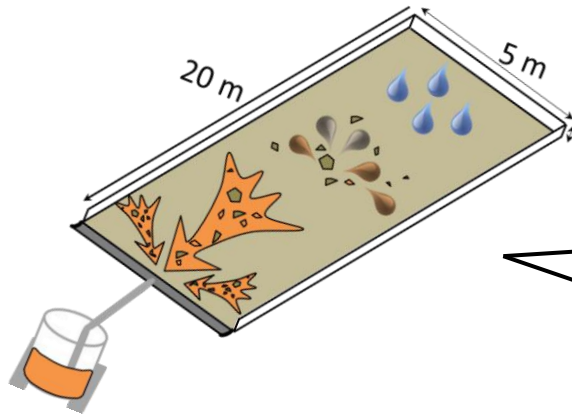


Modélisation à l'échelle des bassins versants



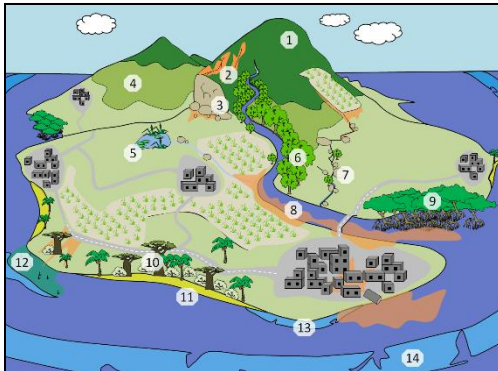
Processus
locaux

Paramétrisation
locale



Processus de
versant

Paramétrisation
de versant



Calibration à
l'échelle du
bassin versant

Cartographie du bassin de Mtsamboro

Contexte:

- ✓ Un climat tropical chaud et humide à deux saisons
- ✓ Des territoires contrastés (forets, urbains, padza, agricole, agro-foresterie)
- ✓ Des bassins versants pentus très réactifs
- ✓ Des écoulements concentrés / érosion linéaire
- ✓ Des phénomènes de saturation des sols sur des versants pentus très infiltrants

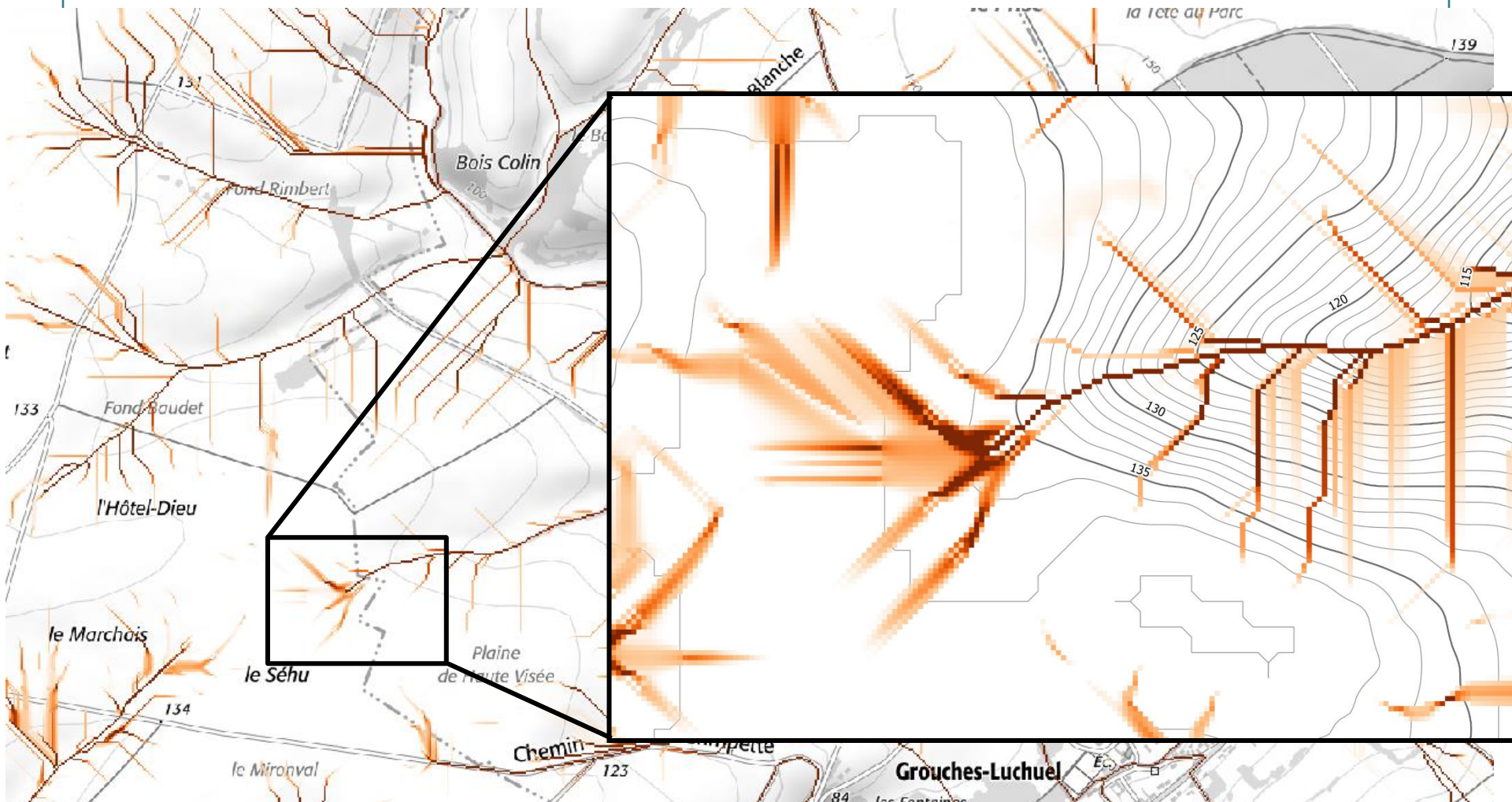
L'observatoire multi-échelle a mis en évidence des fonctionnements contrastés entre agricole et urbain :

- Urbain : Erosion locale forte et transfert avec dépôt potentiel
- Agricole : Erosion locale faible et concentration / saturation qui amène une érosion en ravine



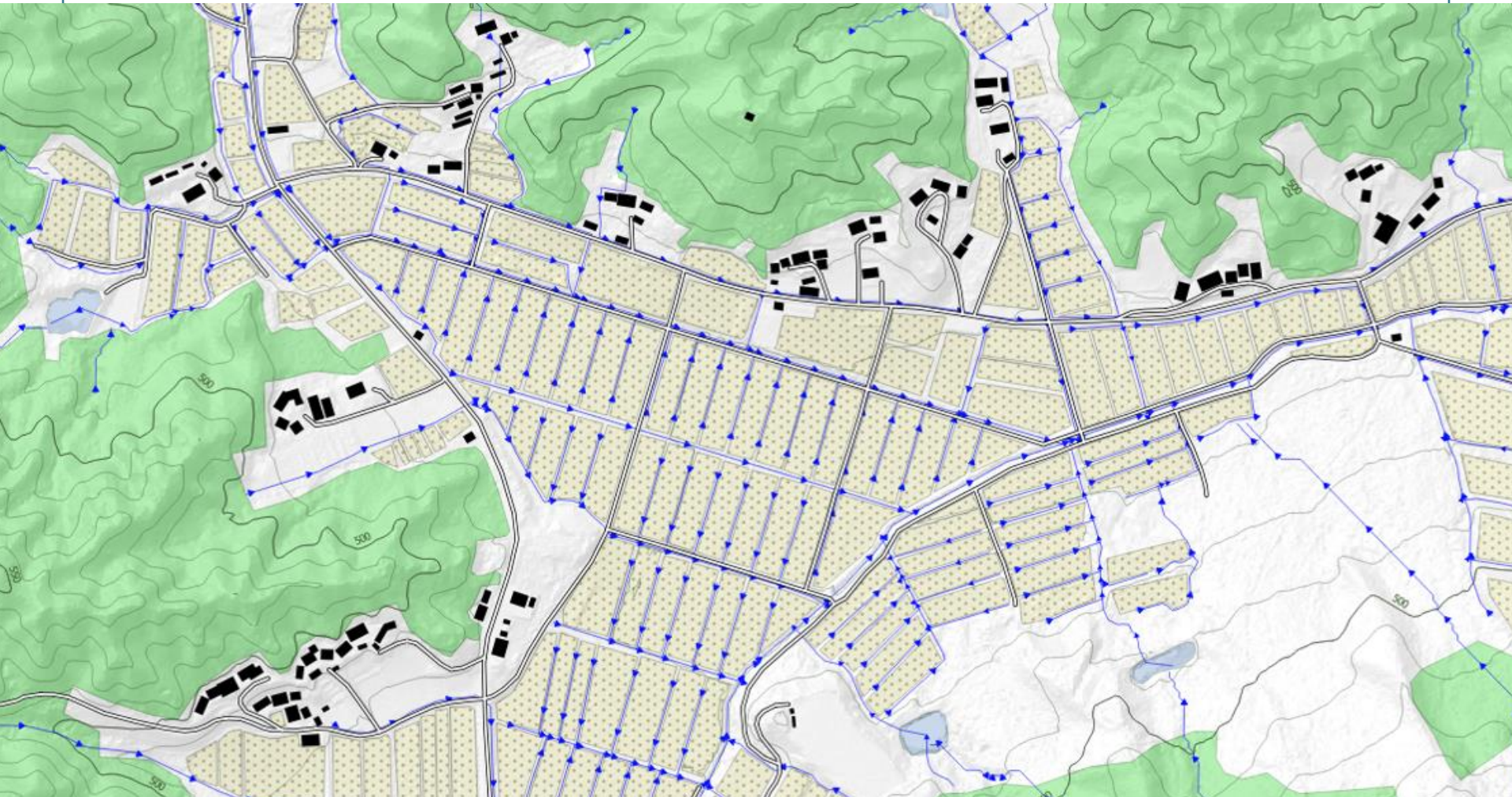
Choix de l'outil de modélisation : WaterSed

- ✓ Différenciation de l'érosion en nappe et en ravine
- ✓ Positionnement explicite de mesures de conservation des sols



Choix de l'outil de modélisation : WaterSed

- ✓ Ruissellement hortonien et par saturation du sol
- ✓ Intégration des axes de ruissellement anthropiques

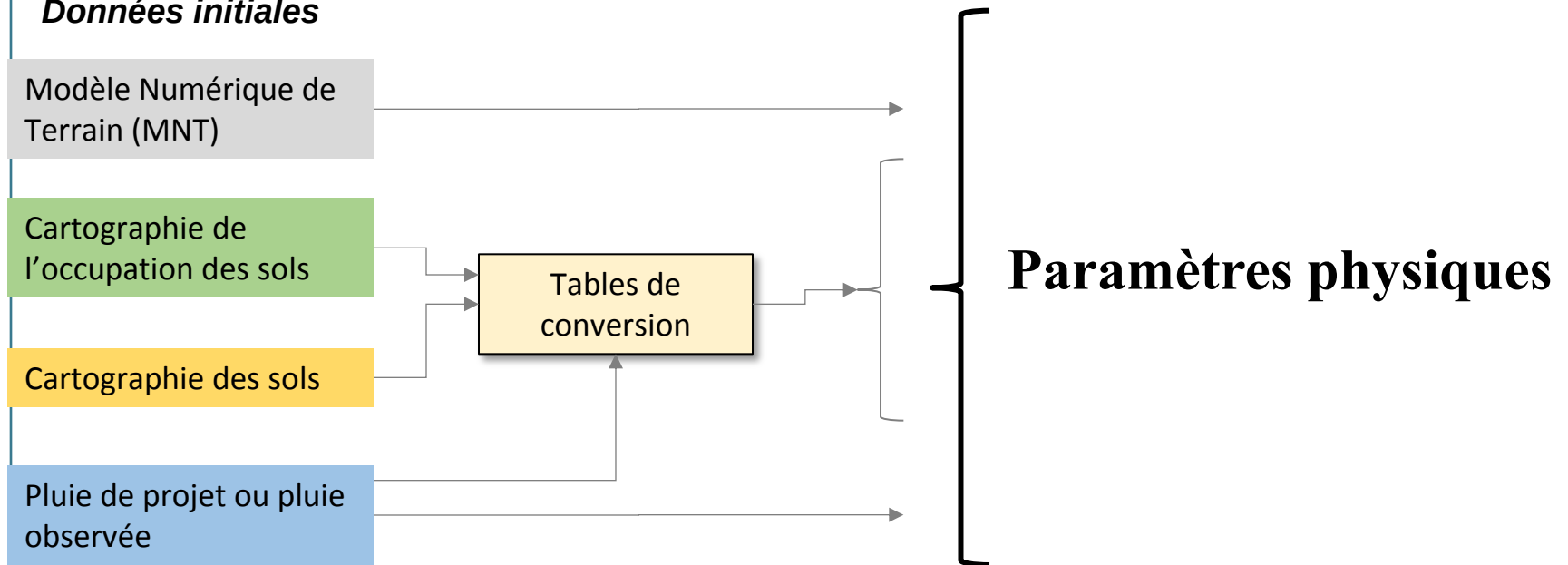


Choix de l'outil de modélisation : WaterSed

Modèle WaterSed

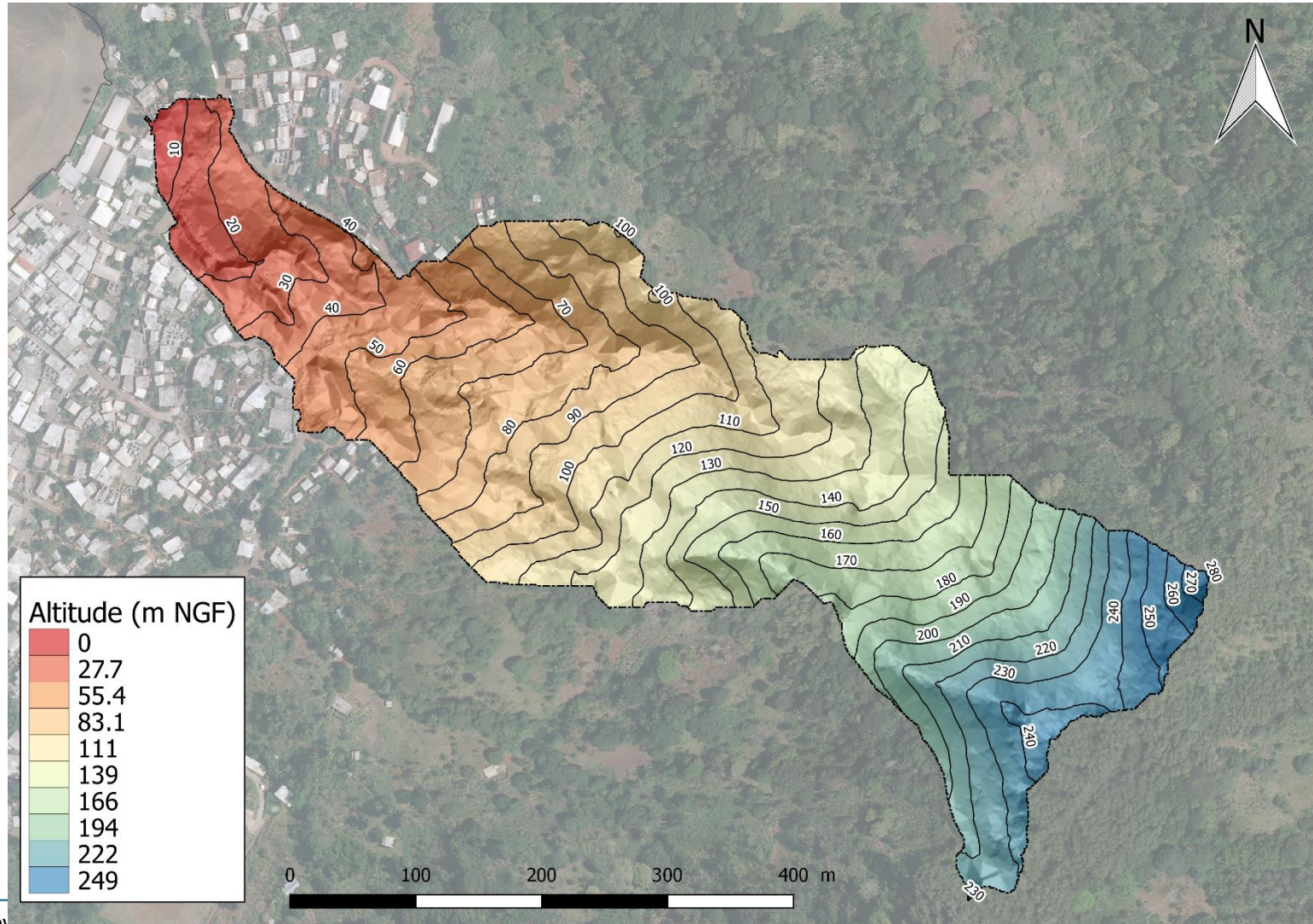
Modèle de prédiction opérationnel recherchant le compromis optimal entre la prise en compte des processus élémentaires de l'érosion et le nombre de données nécessaires et leur disponibilité

Données initiales

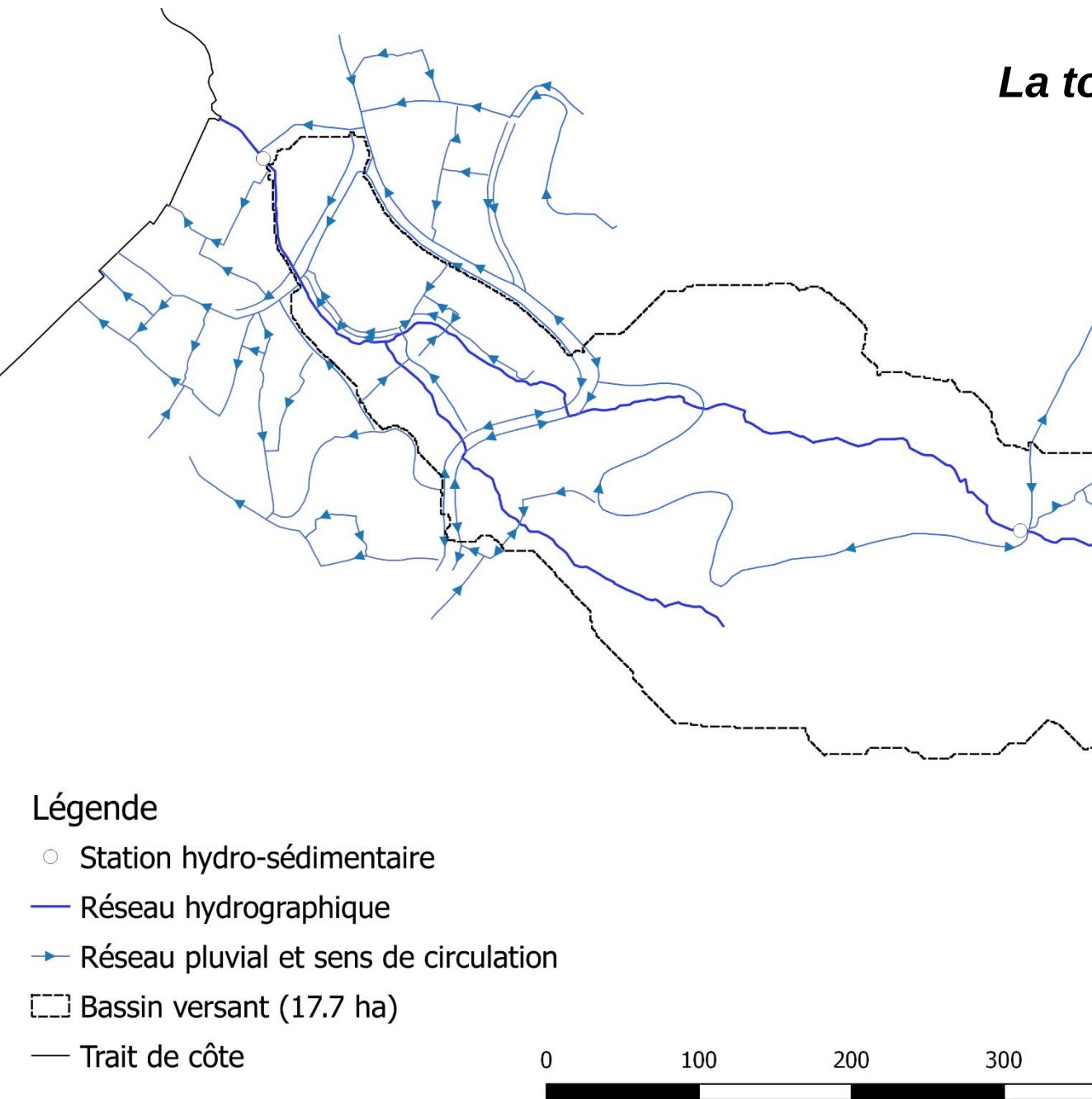
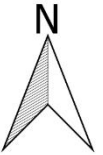


La topographie

- Représentation de la topographie du bassin de Mtsamboro sous forme de maille de 1m×1m (BD ALTI 1m de l'IGN)

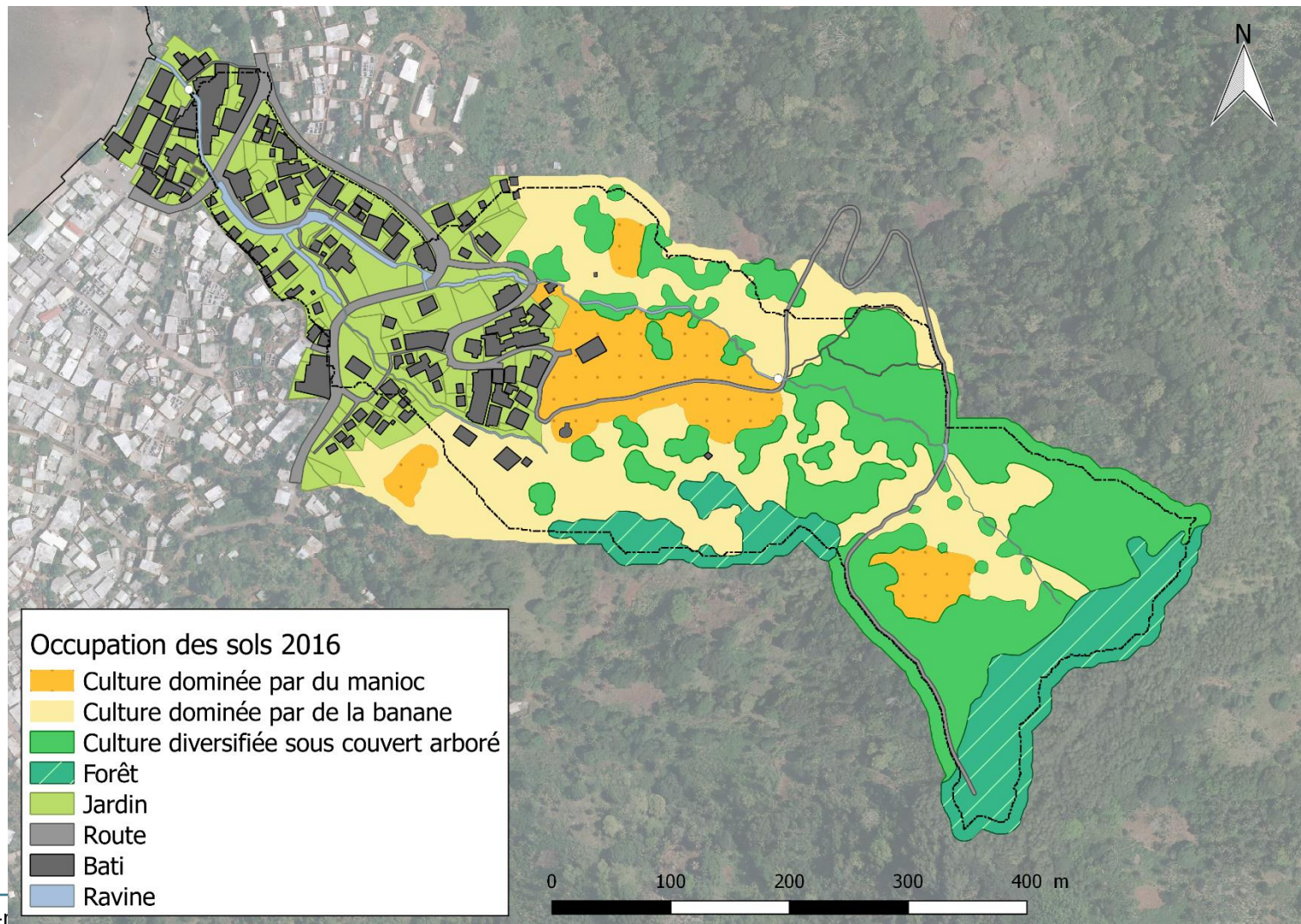


La topographie



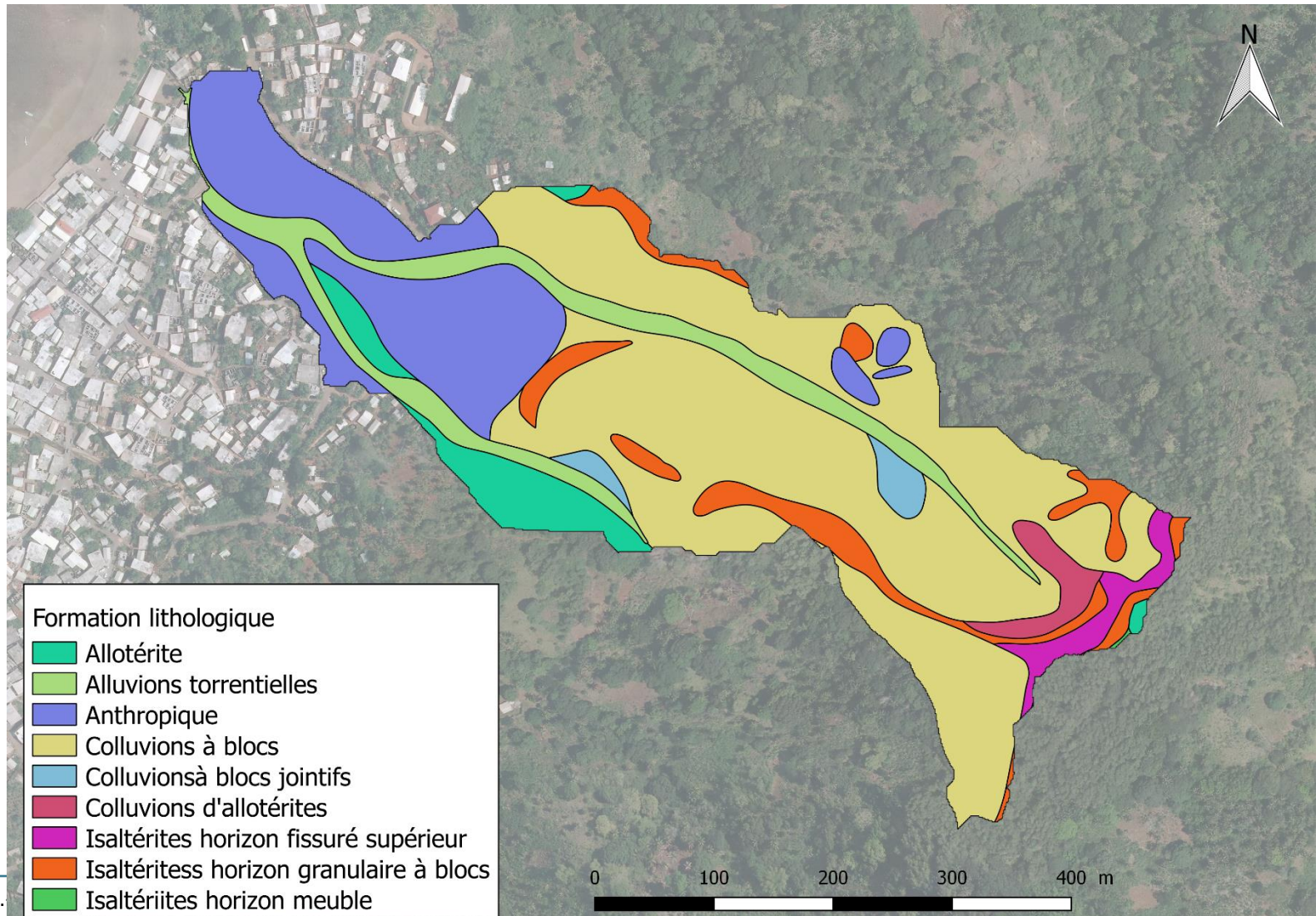
L'occupation des sols

- Classification des principaux types d'occupation des sols
- Cartographie par photo-interprétation (BD ORTHO 2012)



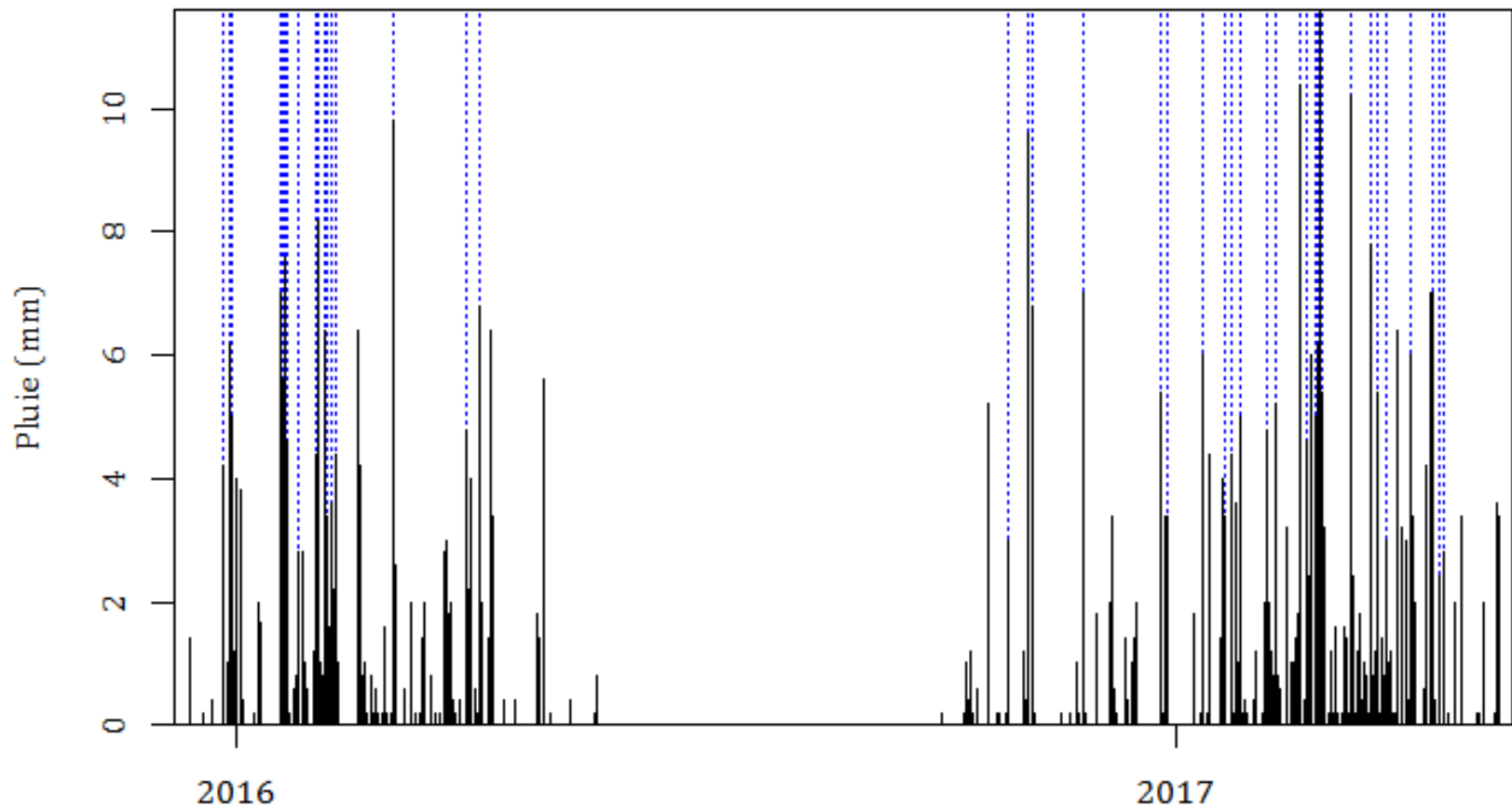
Les formations superficielles

- Classification des principaux types de formation superficielles
- Cartographie lithologique au 1/10 000ème (BRGM, projet EROMAY)

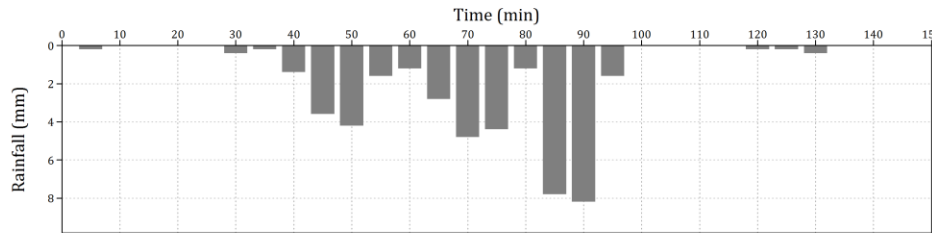


La pluviométrie

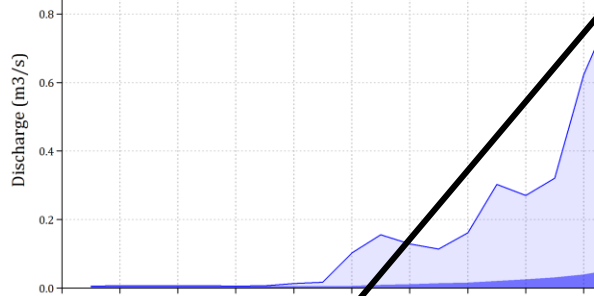
- Extraction automatique de 49 évènements de pluie sur la saison 2015-2016 et 2016-2017
- Evènement de pluie : pluie tombant à une intensité minimale de 2.4 mm/h avec une interruption maximale d'une heure et dont le cumul pluviométrique total dépasse les 2 mm.



La pluviométrie et la réponse hydro-sédimentaire



Association des mesures pluviométriques avec les mesures Débit - MES à l'exutoire du bassin de Mtsamboro



EVENT 64

Start: 2016-02-01 07:05:00

End: 2016-02-01 09:30:00

Rainfall (mm): 44.4

Imax (mm/h): 82

Antecedent 48h rainfall (mm): 44

Effective time (min): 90

Total time (min): 150

Peak discharge (m3/s): 0.8

Runoff peak discharge (m3/s): 0.8

Runoff coefficient (%): 7.1

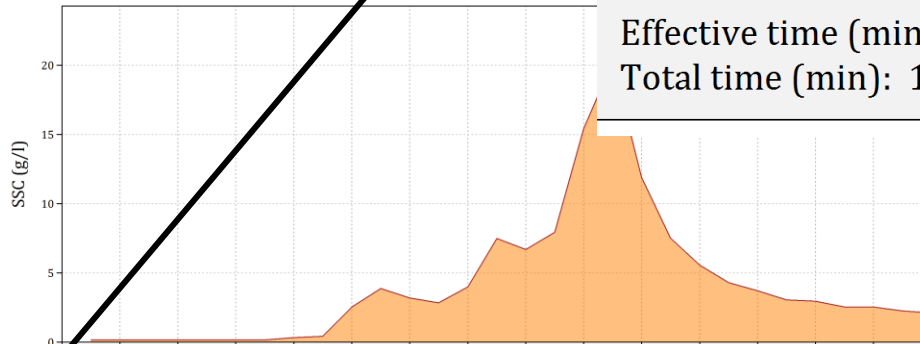
Runoff volume (m3): 555

Time to peak (min): 20

Time of concentration (min): 55

Sediment load (t): 7.18

SSY (t/km²): 0.41



EVENT 64

Start: 2016-02-01 07:05:00

End: 2016-02-01 09:30:00

Rainfall (mm): 44.4

Imax (mm/h): 82

Antecedent 48h rainfall (mm): 44

Effective time (min): 90

Total time (min): 150

Peak discharge (m3/s): 0.8

Runoff peak discharge (m3/s): 0.8

Runoff coefficient (%): 7.1

Runoff volume (m3): 555

Time to peak (min): 20

Time of concentration (min): 55

Sediment load (t): 7.18

SSY (t/km²): 0.41

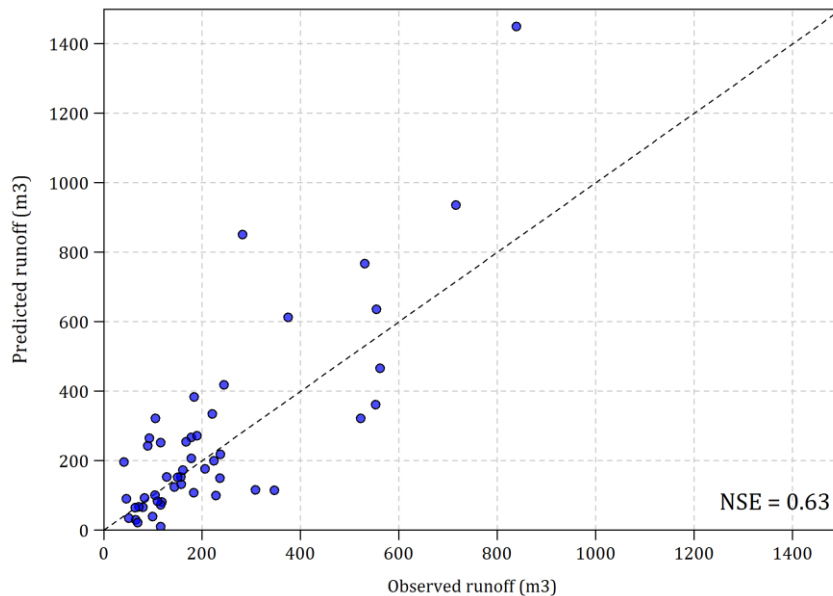
(canal, etc.), hydrologique (volume d'eau ruisselé, etc.) et sédimentaire

Utilisation pour la calibration du modèle WaterSed

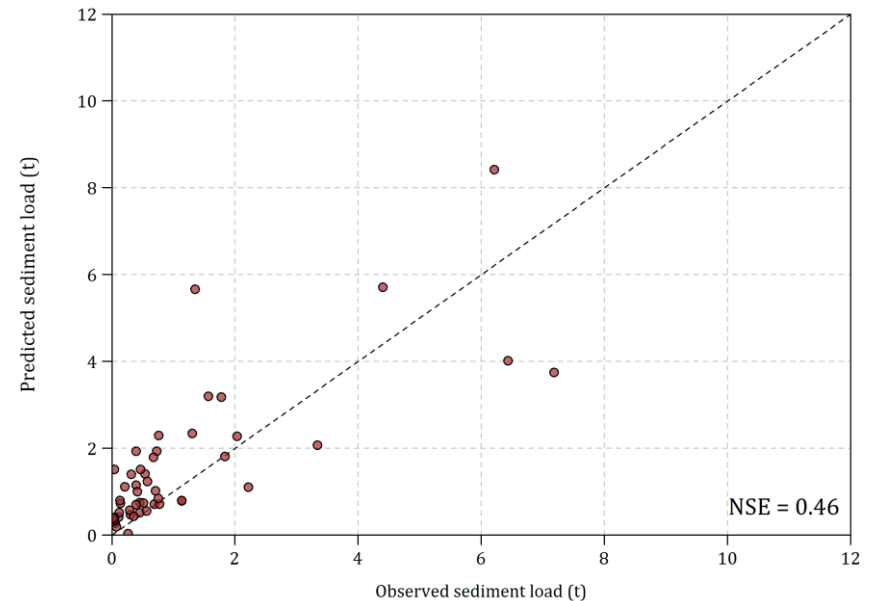
Calibration du modèle WaterSed

- Calibration du modèle à l'exutoire du bassin versant de Mtsamboro par comparaison entre le volume d'eau prédit et observé (ruissellement) et la masse de terre érodée prédite et observée (érosion)

Volume de ruissellement



Masse de terre érodée



- Résultats encourageants à l'échelle du bassin versant



Conclusion & Perspectives

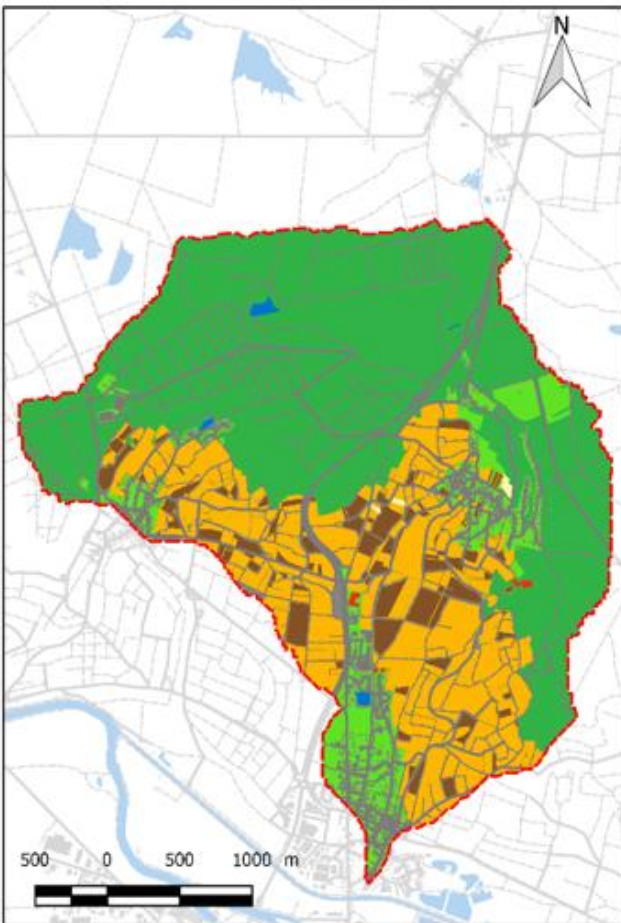
- Dispositif de mesure multi-échelle qui a permis de sélectionner, paramétrer et calibrer un modèle d'érosion
- Besoin d'un modèle relativement complexe, ruissellement en surface et par saturation, effet saisonnier, réseaux anthropique dense, pratique agricole ...
- Premiers résultats encourageant sur M'tsamboro

Perspectives

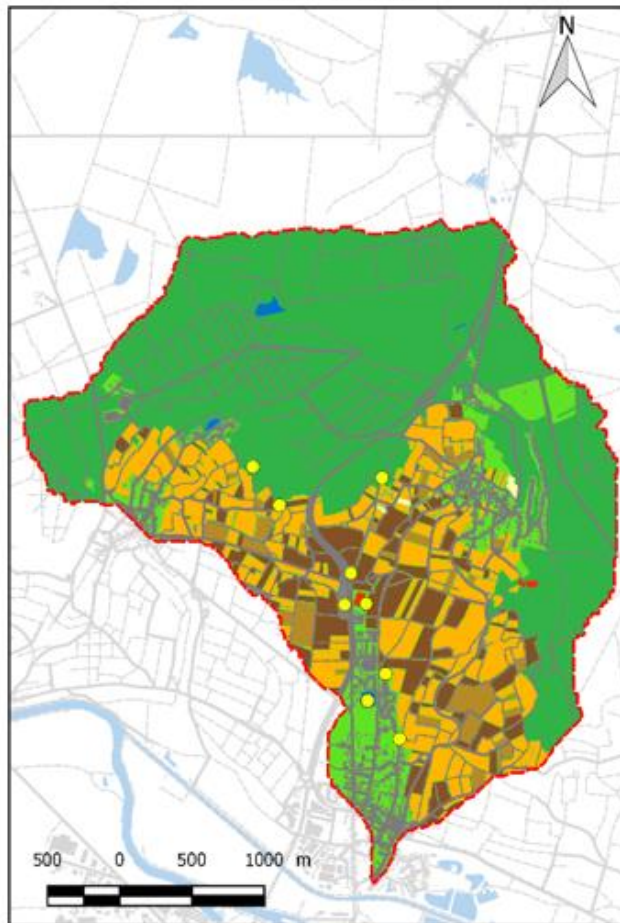
- Application à tous les bassins versants
- Outils de simulation de scénario climatique/occupation du sol
- Jeux d'acteurs pour l'appropriation des résultats

Modélisation à l'échelle des bassins versants

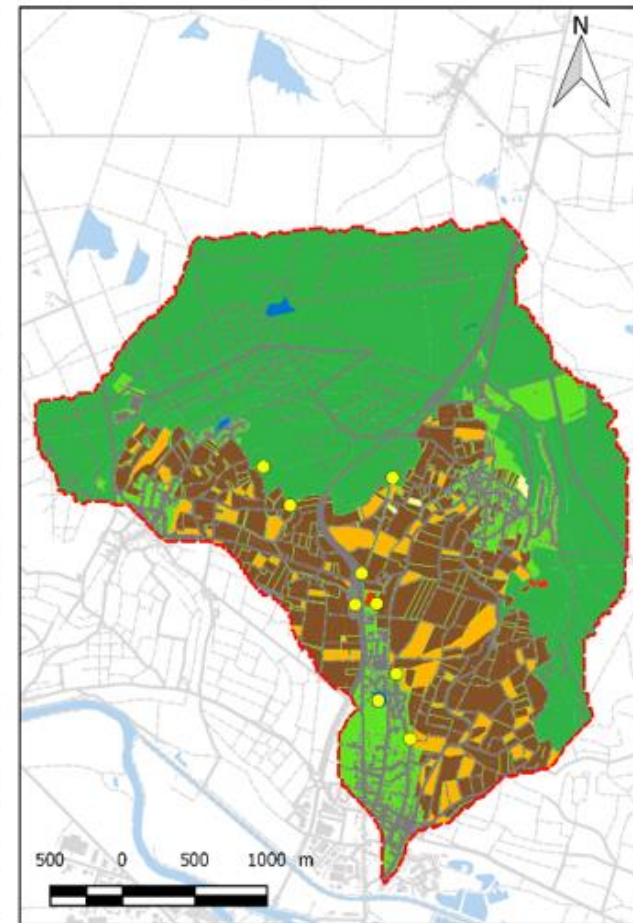
SCENARIO 1



SCENARIO 2



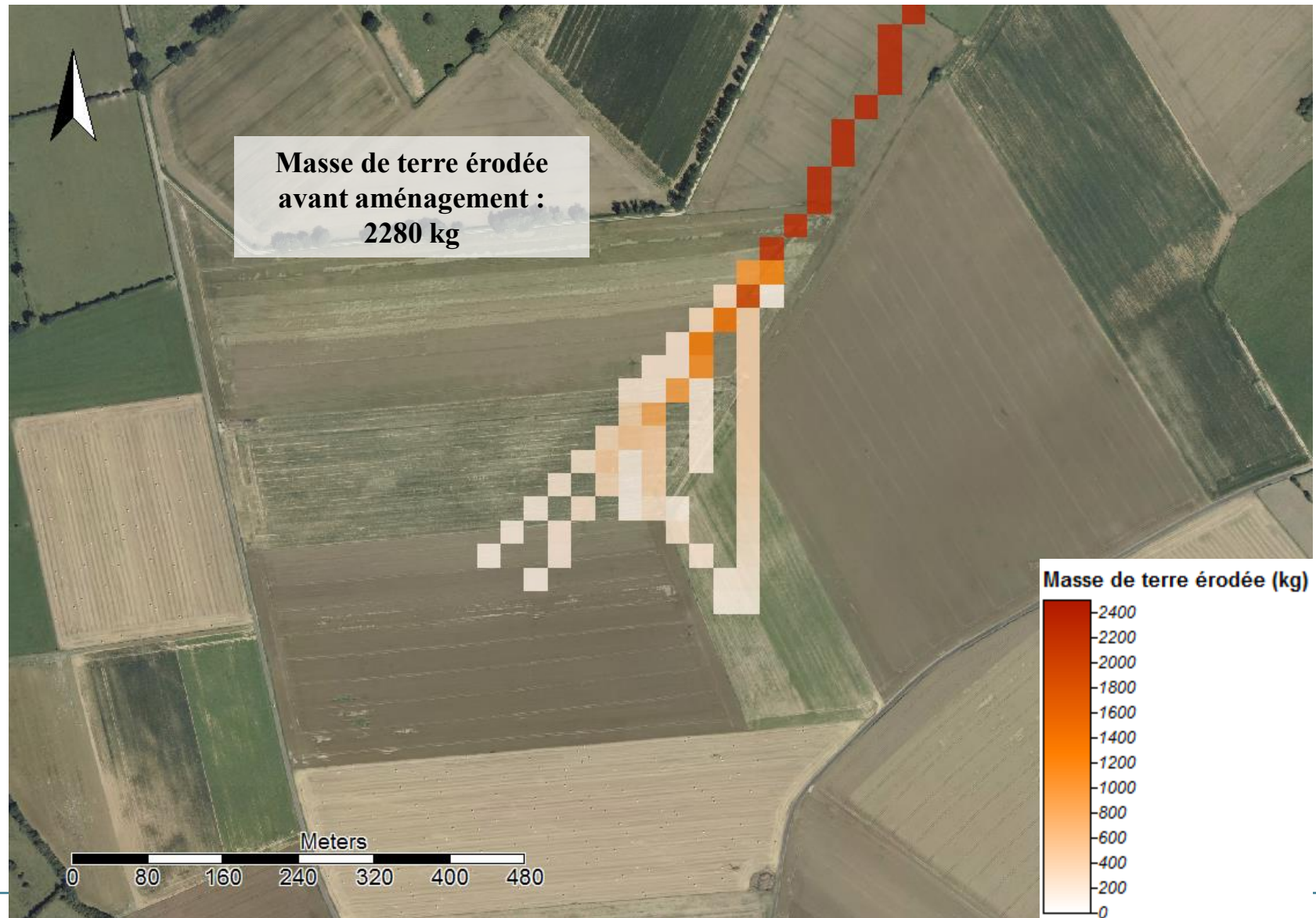
SCENARIO 3



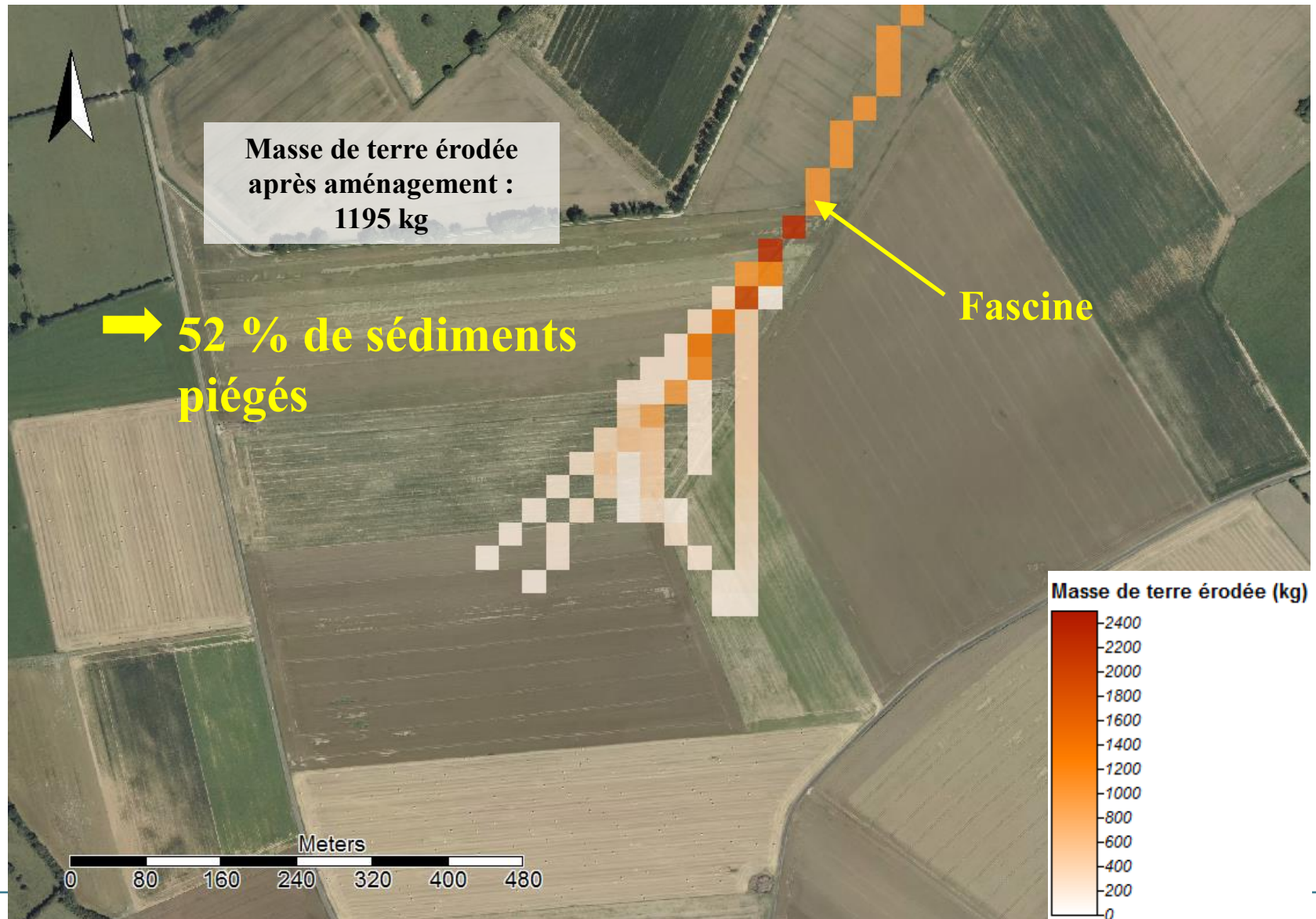
Efficacité d'une fascine sur la rétention de sédiments pour un scénario donné



Efficacité d'une fascine sur la rétention de sédiments pour un scénario donné



Efficacité d'une fascine sur la rétention de sédiments pour un scénario donné



Dispositif expérimental d'évaluation des pratiques

*Présenté par
K. Saïd (CAPAM) – JF Desprats (BRGM) – JM Lopez (CIRAD)*





PLAN DE PRESENTATION

- 1. La mise en place de parcelles de démonstration***
- 2. Les parcelles de démonstration comme outil de suivi***



Mise en place en zone agricole (Cirad)

- ☐ *Outil de démonstration au champ*
- ☐ *Outil de démonstration de l'efficacité (mesure)*

**Culture
traditionnelle**

**Culture avec
technique de
remédiation**





Mise en place en zone agricole (Cirad)

- *Outil de démonstration au champ*
- *Outil de démonstration de l'efficacité (mesure)*

N°	Pente (%)	Cultures pratiquées	Techniques d'AC initiées en 2017
P3b	34	Banane / Manioc	Bandes végétalisées
P5b	26	Banane / Manioc	Couverture vivante
P6b	22	Manioc / Tarot	Paillis
P7b	26	Banane / Manioc	Bandes végétalisées



Mise en place en zone agricole (Cirad)

Techniques d'AC retenues par 4 agriculteurs pilote



**Paillage – Bandes
d'ananas**



Légumineuse (niébé)



Mise en place sur jardin (CAPAM)

➤ ***Outil de démonstration au champ***





Mise en place sur jardin (CAPAM)

➤ Outil de démonstration au champ



- Jardin avec bananiers et quelques fruitiers
- Implantation d'ananas //courbes de niveau
- Implantation plante de couverture- patate douce
- Utilisation enrochements pour renforcer le barrage au ruissellement



Mise en place sur padza (ONF)

- *Outil de démonstration au champ*
- *Outil de démonstration de l'efficacité (mesure)*



**Plantation serrée (maille 50x50cm) d'une série de placettes
avec 3 plants de 9 espèces différentes**

- *arborée (Apodytes dimidiata ou Ficus sycomorus)*
- *arbustive (Gagnebina pterocarpa ou ochna cilitata)*



Mise en place sur talus (BRGM)

- *Outil de démonstration au champ*
- *Outil de démonstration de l'efficacité (mesure)*



Talus sur Dembeni

- **Talus 1 : sol nu**
- **Talus 2 : Plantation Vétiver (DEAL)**





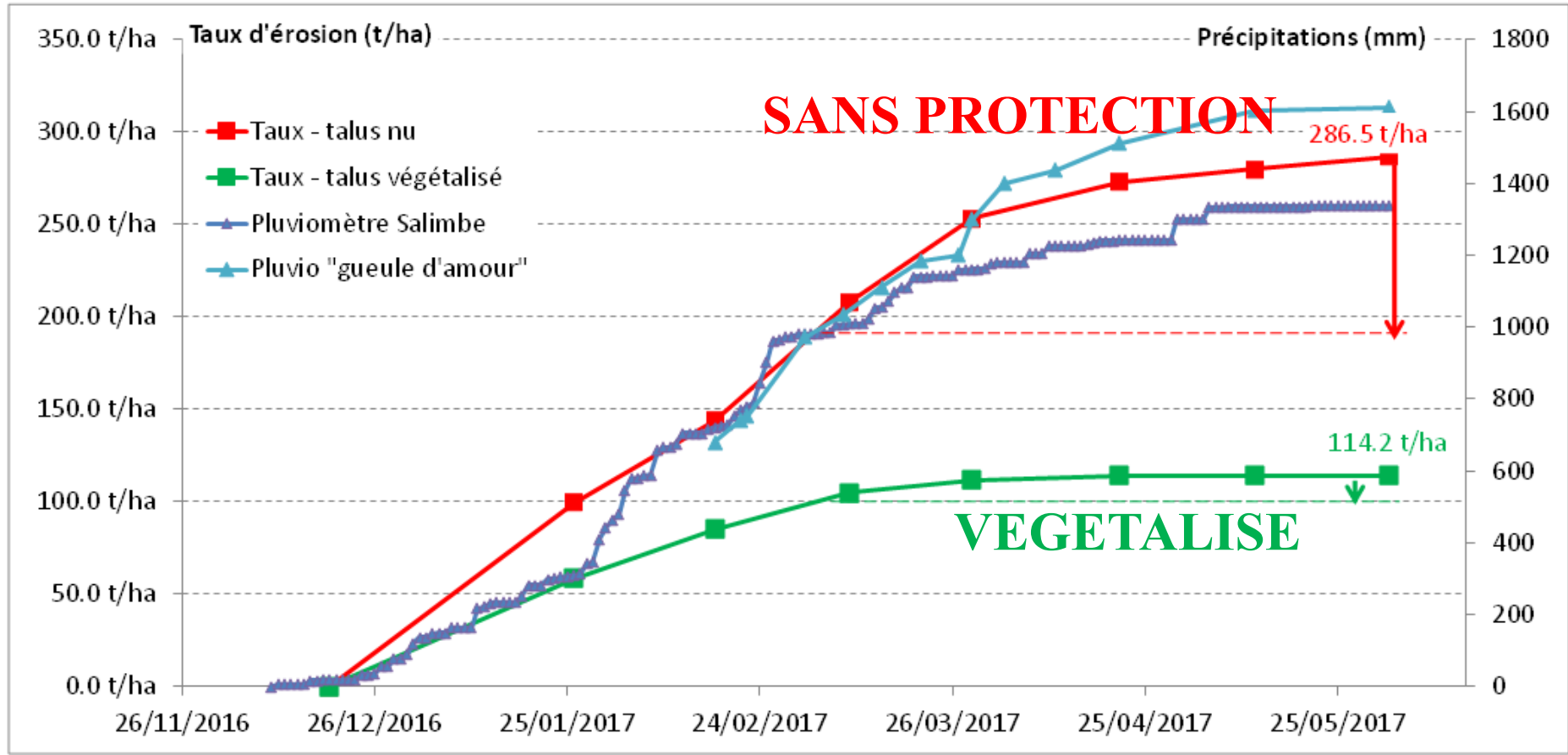
Résultats sur zones agricoles (Cirad)

Ruissellement et érosion - Saison des pluies Nov. 2016 – Avr. 2017

Tech. AC (N°)	Cr (%)	Erosion (T Ms/ha)	N° Témoin	Cr (%)	Erosion (T Ms/ha)
B-vég (P3b)	0,8	0,5	P3a	0,9	0,25
Niébé (P5b)	0,3	0,1	P5a	0,3	0,01
Paillis (P6b)	0,3	0	P6a	0,3	0,20
B-vég (P7b)	0,4	0,02	P6a	0,4	0,03



Résultats sur talus (Brgm)



Cumul d'érosion divisé par 2,5 après développement du vétiver :
110 à 280 T/ha
(Validation sur une 2^{ème} saison attendue)

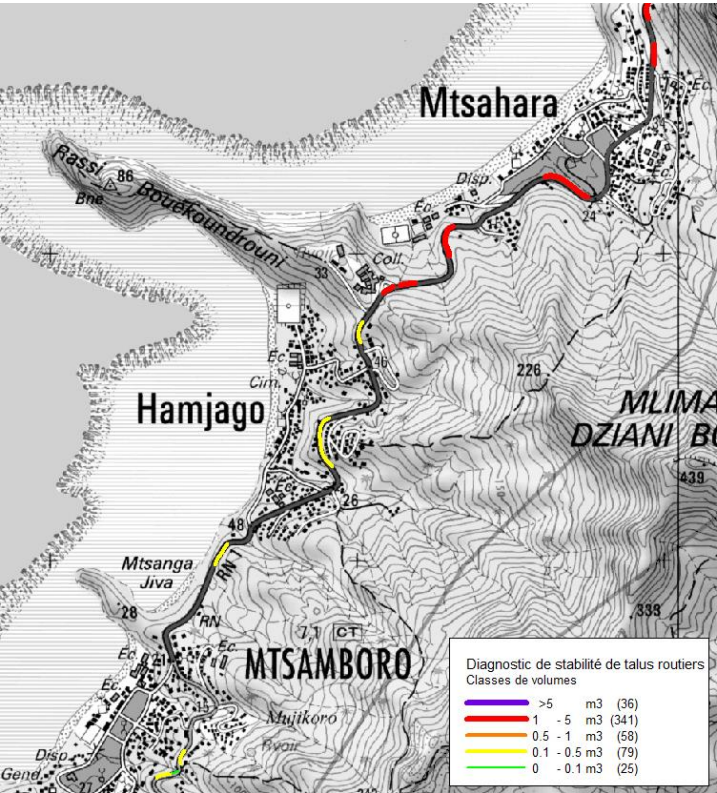


Résultats sur talus (Brgm)

- perspectives -

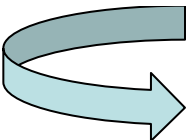
Inventaire des zones de talus routiers (déblais) à l'échelle de l'île sur les routes nationales (Etude Cerema pour DEAL)

➔ Longueur de talus, hauteur, géologie, phénomènes concernés, imminence de rupture => classement des zones prioritaires d'intervention



Diagnostic de stabilité de talus routiers
Classes de volumes

>5	m3	(36)
1 - 5	m3	(341)
0.5 - 1	m3	(58)
0.1 - 0.5	m3	(79)
0 - 0.1	m3	(25)



Quantification par extrapolation



Quelles perceptions des pratiques à l'origine de l'érosion?

Résultats d'enquêtes et d'ateliers

*Présenté par
K. Saïd (CAPAM) et J.D. Rinaudo (BRGM)*



Introduction

> L'enjeu

Pour maîtriser l'érosion, nécessité **d'engager un grand nombre d'acteurs** dans un changement de pratiques ou la réalisation d'aménagements

- 1^{ère} étape: construire une **représentation partagée** des causes de l'érosion, des pratiques actuelles et des solutions potentielles
- 2^{ème} étape: identifier les contraintes et les leviers pour faciliter leur mise en œuvre
- 3^{ème} étape: organiser des actions collective pour soutenir les démarches individuelles

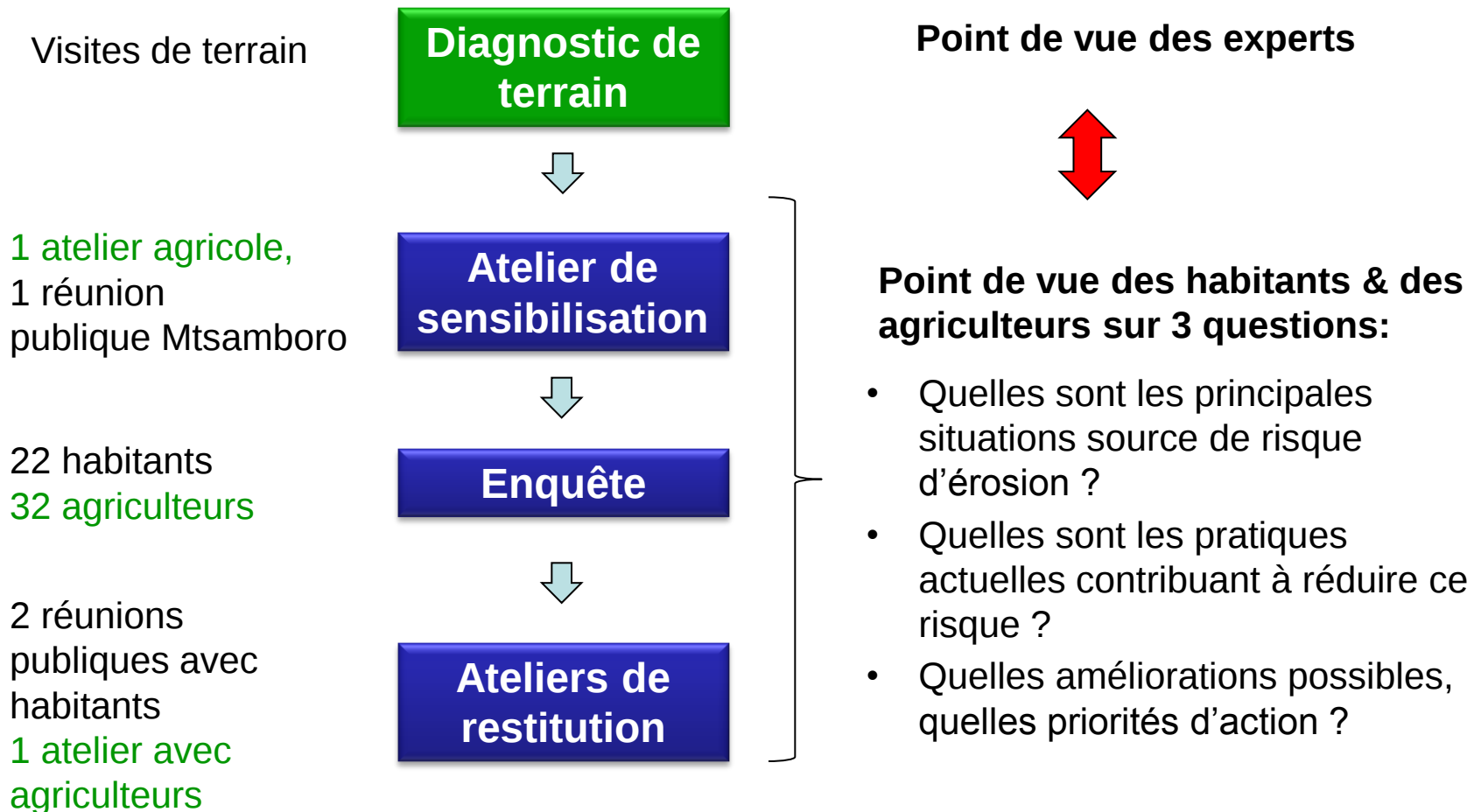
LESELAM:
Travail de
consultation
d'acteurs &
émergence
de collectifs

LESELAM 2:
Vers l'action
collective
opérationnelle



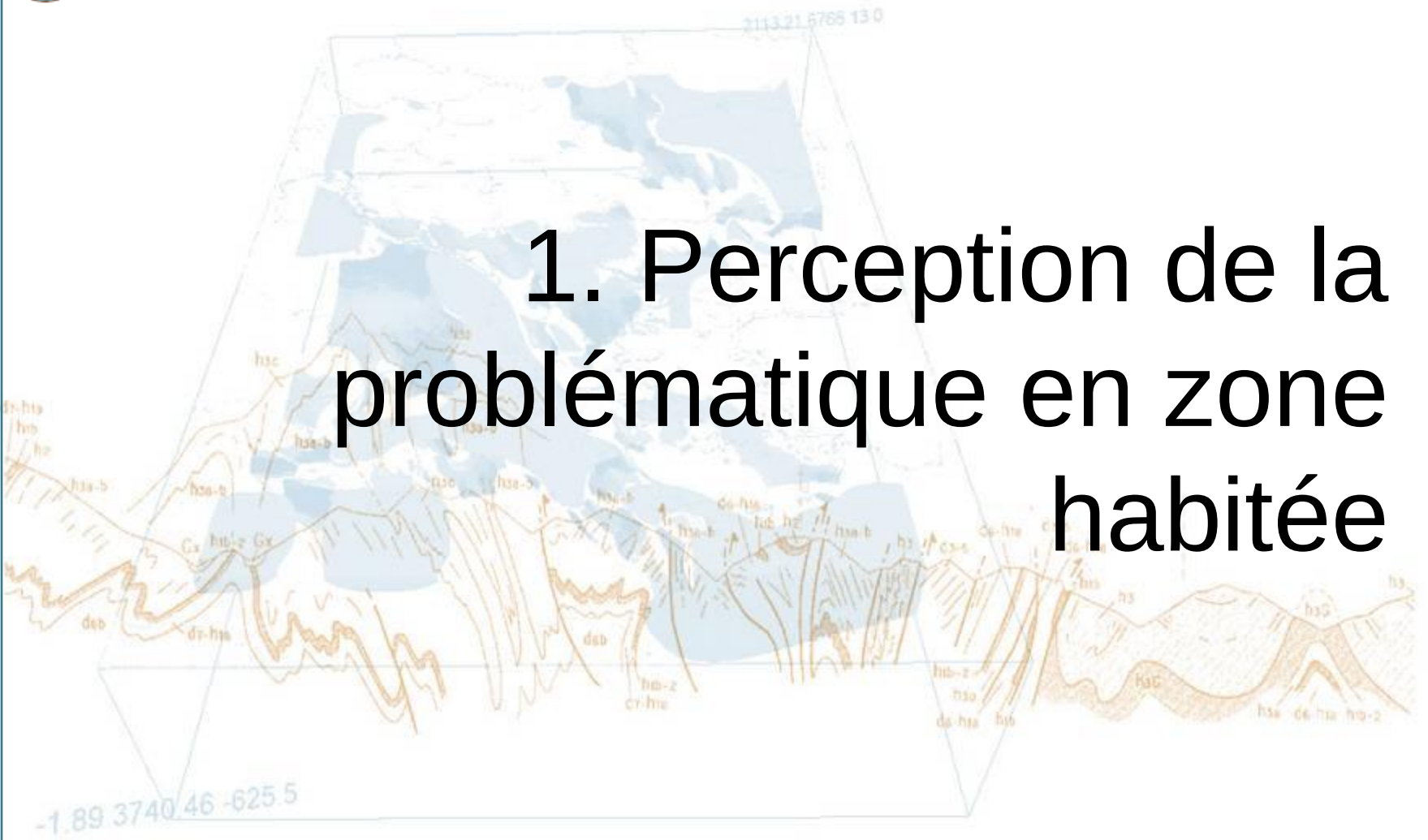
Introduction

> Vue d'ensemble de la démarche





1. Perception de la problématique en zone habitée





Point de vue des experts sur les causes de l'érosion

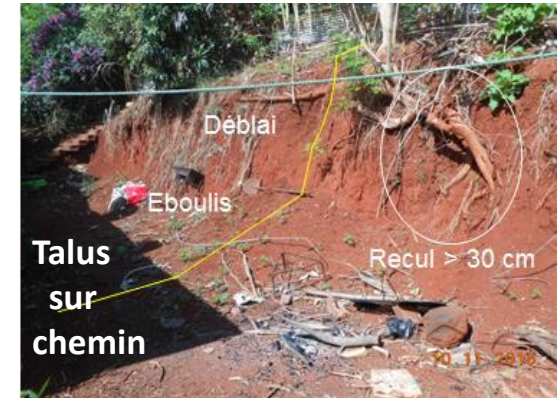
- principales sources



Décaissement sur chantier



Tas de terre, remblais



espace public avec sol non couvert

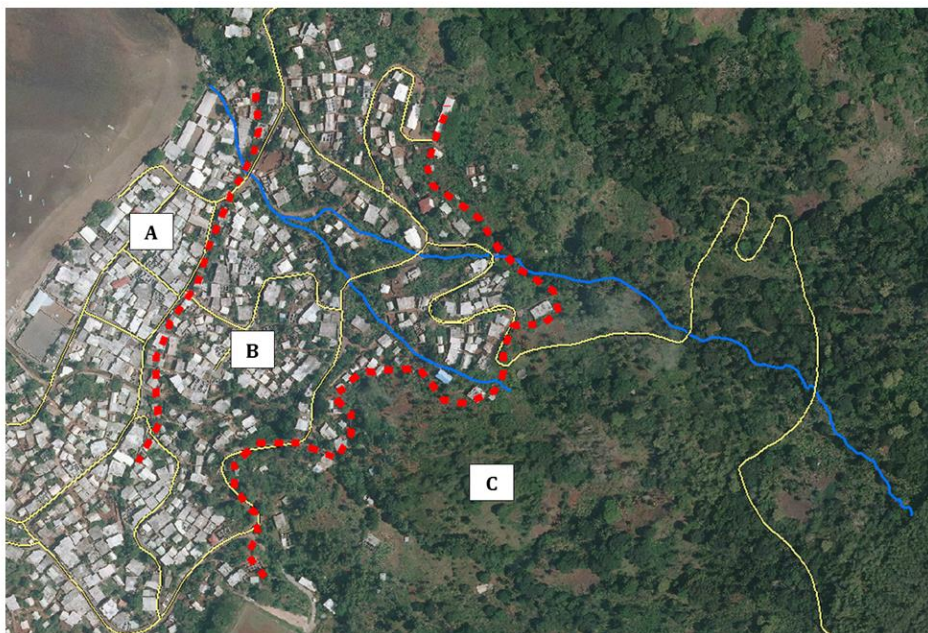


Jardin privé avec sol non couvert





> Recueil du point de vue des habitants



22 personnes enquêtées en face-à-face :
égalité homme / femme, répartis
spatialement dans le village & d'origine
socio-professionnelle variée



2 ateliers de restitution avec
plus de 30 personnes



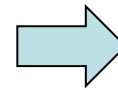
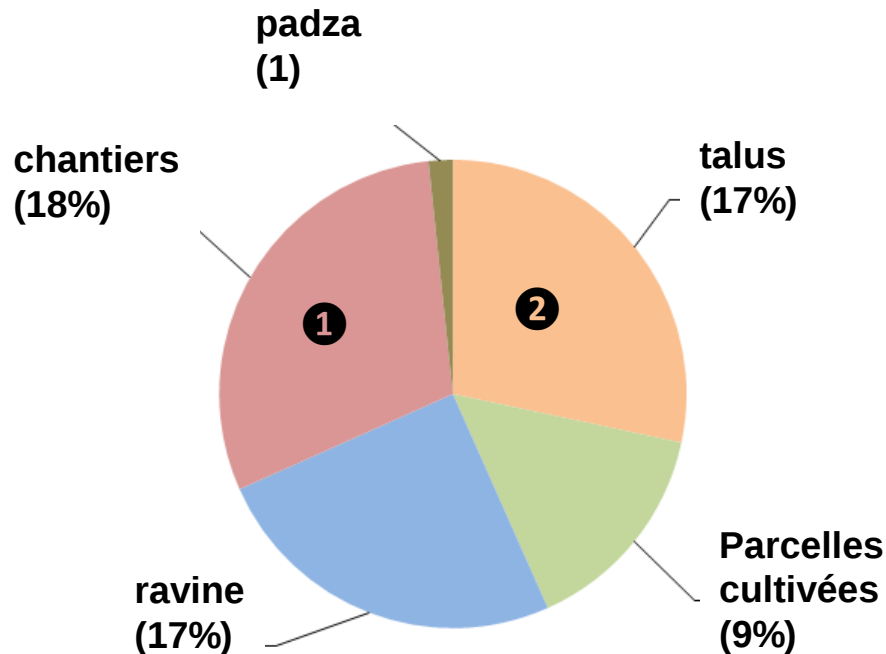


> Point de vue des habitants

- Résultats de l'enquête



A votre avis, d'où vient la terre quand il pleut ?



Plus de la moitié des personnes interrogées considèrent que les aménagements (chantiers, talus) sont la principale source d'érosion



Cohérence avec vision des experts



Point de vue des habitants

> Priorités d'action



Mesures préconisées:

- talus : murs et végétalisation
- ravines : protections en dur
- espaces privés : associations de cultures, terrasses
- chantiers : respect des règles

Selon les enquêtés, priorité aux :

- Bord des routes (talus),
- Ravines
- Zones d'aménagement collectif

« Les bâches ne sont pas une solution efficace car elles se déchirent quand il pleut »

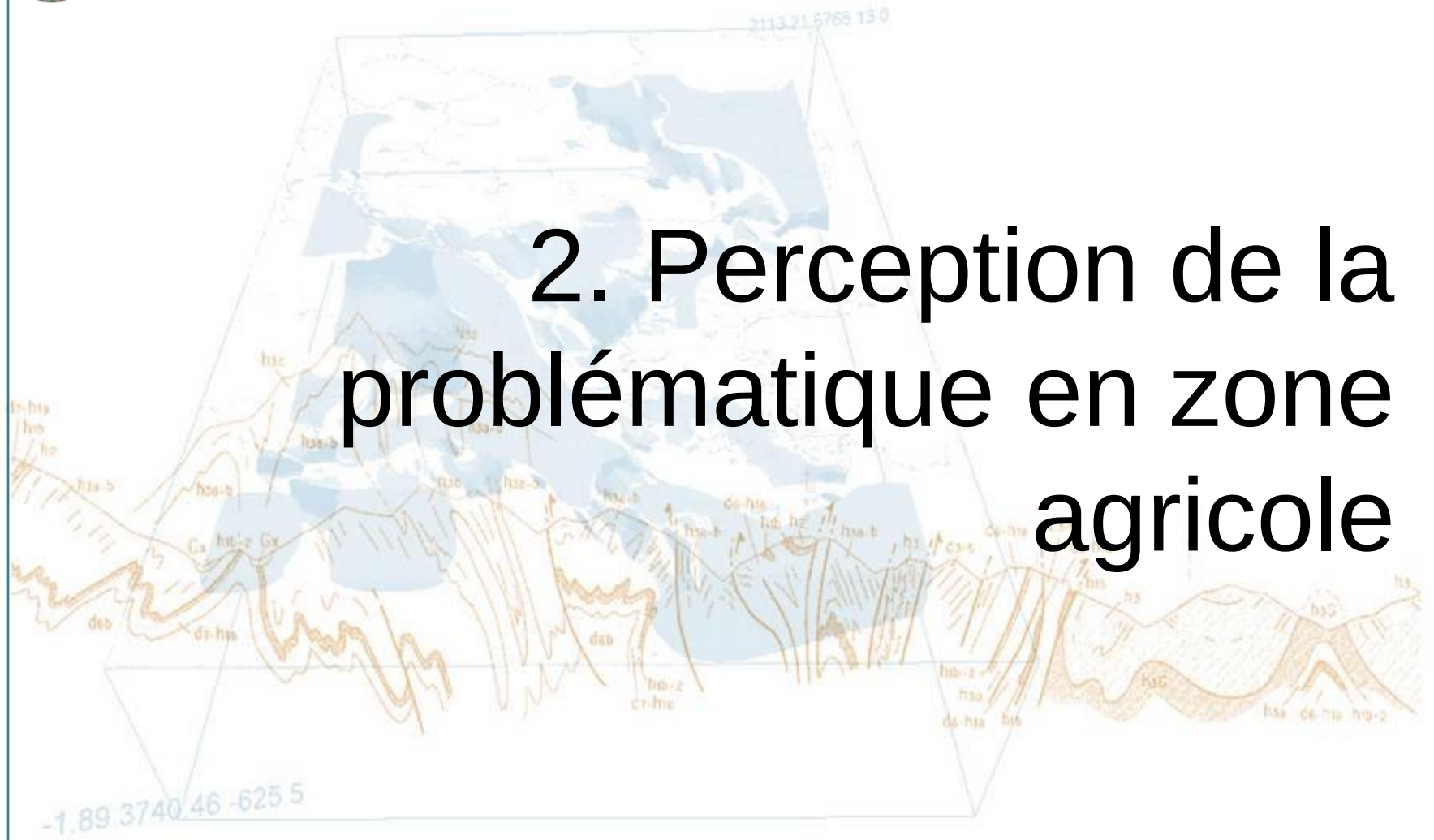
« Les gens n'aiment pas trop la verdure car cela fait sale »

« Il en va de la responsabilité de la commune d'assurer le nettoyage. Il est important d'éduquer les gens. »

« Le permis de construire : c'est la base »



2. Perception de la problématique en zone agricole





Point de vue des experts

> Agriculture: forte pression démographique conduit

- un **grignotage** des milieux agricoles par des zones d'habitats
- l'extension de l'agriculture sur des parcelles de plus en plus **pentues** au détriment des espaces naturels
- L'abandon progressif des pratiques agricoles **traditionnelles** (polyculture associée, jachère) relatives au jardin mahorais au profit de systèmes de cultures et pratiques simplifiées.
- Conséquence : des pratiques moins protectrices des sols



Le défrichage et brulis



Sarclage des cultures



Cultures dans le sens de la pente



Monoculture, formation de ravines



Point de vue des experts

> Le jardin mahorais, pratique à maintenir et optimiser

- Association de cultures avec stratification horizontale et verticale
- Présence d'arbres fruitiers et éventuellement forestiers
- Couverture du sol par les strates et paillage avec la chute des feuilles



Association « ananas + embrevade + quelques pieds de bananes, sous frondaison de jacquiers » avec paillage au sol – chez Tanafou Ya Hazi à M'Tsahara - *Photo D. Didelot*





Point de vue des experts

- > Des pratiques contribuent déjà à la maîtrise de l'érosion mais sont peu diffusées



Paillage (ici sur ananas)



Fascine-Tanafou ya hazi



Plante de couverture/manioc



Cultures en terrasse



> Etapes de la consultation des agriculteurs

- Atelier de sensibilisation (30 personnes)



Visite d'une exploitation agricole

Discussion sur site des pratiques de conservation des sols & eau, de l'organisation du jardin mahorais



Identification de pratiques facilement reproductibles

> Enquête

- 32 agriculteurs, pluriactifs, autoconsommation (+ vente)
- Caractérisation des exploitations, des pratiques
- Perception de l'érosion
- Perception des mesures de lutte contre l'érosion, contraintes de mise en œuvre

> Atelier de restitution

- 23 agriculteurs
- Présentation des résultats d'enquêtes - discussion
- Visites sur les sites d'instrumentations





Résultat: point de vue des agriculteurs



> Sur le phénomène d'érosion

- Faible niveau de sensibilisation initiale au phénomène d'érosion
- 90% des enquêtés pensent que les parcelles agricoles contribuent peu au phénomène d'érosion des sols
- 75% des enquêtés considèrent qu'il n'y a pas de perte de fertilité
- L'existence d'un lien entre protection des sols & gestion de l'humidité est bien perçue



Résultats



> Sur les pratiques actuelles

- Mélange de cultures vivrières & arboriculture pratiqué par la plupart des agriculteurs mais pouvant être amélioré en intégrant spécifiquement des mesures de lutte anti-érosives
- Un savoir faire en matière de protection des sols (paillage, association de cultures...)
- De fortes contraintes pour les techniques d'aménagement des parcelles, plus spécifiquement les techniques mécaniques de lutte anti-érosives (fascines, andain,...)

> Faisabilité d'autres mesures

facile

Pratique	% agriculteurs jugeant la mesure facile à mettre en oeuvre			
Paillis avec débris végétaux	90%			
- Cultures associées sur même parcelle - Demi-lunes	50%			
Bandes végétalisées	25%			
- Petites fascines - Murets et terrasse	15%			
- Fossés - Grandes fascines, - Jardin mahorais, - Plantation d'arbres	0-5%			

difficile ↓



Agriculture

> Les acquis

- Un groupe d'agriculteur relai sensibilisé
- Intérêt pour les mesures agrobiologiques (paillis, cultures associées, plantations arbres)
- Intérêt de développer un savoir-faire pour les mesures mécaniques (fascines, andains,...).

> Les besoins

- Nécessité **d'échanges** avec les agriculteurs pour maintenir / développer les techniques positives
- Parcelles de **démonstration** mettant en évidence les gains agronomiques, liés à l'amélioration de la fertilité, de la gestion de l'eau du sol...
- Un **appui technique** et logistique pour mise en œuvre à organiser de manière collective (GIEE, GVA ...)
- L'instrument **MAEC** est une opportunité mais elle ne touchera qu'une partie de la population agricole (siret) : d'autres solutions sont à trouver pour les autres types d'agriculteurs



Zones habitées

> **Les acquis**

- La Mairie de Mtsamboro et une association relai prêtes à s'engager

> **Les besoins**

- Des démonstrateurs (ex. jardin modèle)
- Doter l'association de moyens pour réaliser un appui technique aux habitants
- Créer des incitations diverses pour susciter l'engagement individuel et collectif

> **Les défis (communs à l'agriculture et zones habitées)**

- Appliquer la réglementation: urbanisme, espaces naturels
- Toucher les populations informelles

Comment mettre en œuvre les mesures de lutte contre l'érosion ?

Table ronde

M. Sautot-Vial (DEAL)

M. Charpentier (Naturalistes)

D. Hassani (CAPAM)



Des mesures techniques de lutte contre l'érosion



Mais comment inciter les acteurs à mettre en œuvre ces mesures ?

Thème de la table ronde



Réglementation ?

(ex. contrainte urbanisme)

Sensibilisation?

(ex. créer des exemples à reproduire, avec visites et conseils)

Emulation?

(ex. concours du plus beau jardin mahorais)

Incitation économique?

(ex. subvention, exonération de taxe, amende)

Aide technique et logistique?

(ex. mise à disposition de matériel, conseil, achat groupé)

Cibles



Chantiers construction
maison
Aménagement jardins



Sentiers, pistes
agricoles Parcelles
agricoles



Chantiers
réseaux,
voiries Chantiers
travaux
publics



Gestion des eaux de
surfaces (ravines, eaux
pluviales)

Leviers

Réglementation ?

Incitation
économique?

Sensibilisation?

Emulation?

Aide technique?