

Commune de Sassenage
Synthèse des études « chutes de blocs » réalisées sur le secteur Bourg-Glériates
Projet de modification des aléas « chutes de blocs » et du zonage réglementaire associé (PPRN)

Date : 03/02/2016

Version de document : 2

Demandeur :	DDT 38 – Service Sécurité et Risques
Liste de diffusion :	Auteur :
DDT : Service Sécurité et risques (M. Espinasse)	Yannick ROBERT
Mairie : M. Edaleine	Validation
RTM : archivage – chrono –secteur E.	Bruno LAÏLY

1/ Comparaisons des études réalisées.

Les emprises des études sont cartographiées en annexe 2.

Synthèse :

Etude	Logiciel et méthode pour calculs trajectographiques	Volumes instables repérés	Volume de référence pris en compte dans la modélisation	Nombre de calculs par profils	Observations RTM
07/1989 (SAGE)	Modèle ADRGT (version 1988)	5 à 50m3	20m3 (50 T)	100 pour profils 1, 2 et 3	Faible nombre de calculs lié aux limites du logiciel (en 1989). Fracturation des blocs. Probabilité de départ = 1
10/2000 (SAGE)	Modèle ADRGT (version 2000)	20 à 500m3 (après fragmentation)	30 à 500m3	3 x 45 000 pour profils 1 et 2, 45 000 pour profil 3	Modèle limité à 45 000 blocs par profil. Fracturation des blocs. Probabilité de départ = 1
10/2013 (RTM)	RockyFor3D (version 2010) CRSP (version 4.0)	Pas d'analyse en falaise, mais observations depuis bas de pente et levé des blocs	10m3	10 000 pour profil CRSP	Modèle CRSP limité à 32700 tirs par profils. Pas de fracturation. Modèle RockyFor3D limité à 10 000 tirs par cellule de départ. Pas de fracturation.
11/2013 (RTM)	Ligne d'énergie. Logiciel			Pas de modélisation trajectographique	Etude réalisée pour la DGPR, montrant les applications possibles de la

	Rollfree. Méthode Mezap	présents sur le versant. Volumes repérés variant de 0,5 à 70 m3.			future méthodologie nationale.
03/2015 (SAGE)	Modèle ADRGT (version 2014)	Analyse des falaises par vol hélicopté. Blocs 5 à 5000m3 (sans fragmentati on)	1 à 50m3 sur profils sud 1 à 10 m3 sur profils nord	Variables : 205751 à 5997496	Nombre de trajectographies illimitées. Fracturation des blocs. Probabilité de départ = 1
01/2016 Compléme nts SAGE suite demandes DDT-RTM	Modèle ADRGT (version 2014)	5 à 5000m3 (sans fragmentati on)	10 à 50m3 sur profils sud (P1 à P3) 4 à 5 m3 profil 4. 1 à 10 m3 sur profils nord (P5 et P6)	Variables : 205751 à 1589205	Nombre de trajectographies illimitées. Fracturation des blocs. Probabilité de départ = 1

Commentaires :

Etude SAGE 1989 :

- Constat terrain : Pas de chutes de blocs régulières.
- Chaos de blocs nombreux témoignant d'éboulements anciens.
- Trajectographie : Masse maxi bloc arrivé de 50 T (masses moyennes 7 à 13 T).
- Travaux à entreprendre : Hauteur du merlon, comptée depuis la fosse, de 6 à 7m.
- Hangar (désaffecté à l'époque) fortement exposé.

Etude SAGE 2000 :

- Merlon réalisé, mais avec une géométrie ne respectant pas l'étude SAGE de 1989 : hauteur maxi 3,5m à compter de la fosse.
- Du sud vers le nord, augmentation du nombre de blocs qui parviennent dans le merlon selon le modèle (95, 230 et 300 blocs pour 135 000 blocs au départ). A chaque fois 1 à 10 blocs franchissent le merlon pour les profils 1 et 2, mais 95 blocs franchissent le merlon pour le profil 3 (avec une seule série de 45 000 tirs au lieu de 3 x 45 000 tirs pour les profils 1 et 2).
- Zone de 18m à neutraliser en arrière du merlon (aucune construction).
- Hangar (toujours désaffecté en 2000) cité comme seul bâtiment fortement exposé et situé dans la zone à neutraliser.

Etudes RTM 2013 :

- 3 méthodes utilisées : 2 avec couverture complète 2D de la zone d'étude, en utilisant un MNT très précis (RockyFor3D + RollFree/Mezap), 1 avec 1 profil trajectographique CRSP sur la partie la plus fragile du merlon existant, qui correspond aussi à la zone de plus fort enjeux.

@ Avec étude de simulation de propagation de chutes de blocs, selon une méthode probabiliste d'atteinte pour un ensemble de blocs dits de référence (dont les caractéristiques sont définies par une étude spécifique du site) ; ceci suppose que les calculs effectués soient suffisamment nombreux pour permettre des extrapolations de probabilité.

Les résultats pour un ensemble de calculs trajectographiques permettent d'aider à définir le zonage ainsi que, le cas échéant, à partir des énergies développées et les hauteurs de rebond, les types de travaux de protection nécessaires.

Aléas	Indices	Probabilité d'atteinte par un bloc de référence	Autres critères
Fort	P3	Supérieure à 10^{-4} (un bloc sur 10 000)	
Moyen	P2	Comprise entre 10^{-4} et 10^{-6} (un bloc sur 10 000 et un bloc sur 1 000 000)	Energie forte à moyenne. Protection existante ou possible mais dépassant le cadre de la parcelle (nécessité d'un dispositif de protection global).
Faible	P1	Comprise entre 10^{-4} et 10^{-6} (un bloc sur 10 000 et un bloc sur 1 000 000)	Energie faible. Protection existante ou possible au niveau de la parcelle (protection individuelle).

Remarque : la simulation explicitera les hypothèses prises pour le scénario de référence, précisera la prise en compte ou non de la protection active (forêt notamment) et passive. En particulier la prédisposition des différentes zones de départ à "libérer" des blocs et les modalités de sa prise en compte seront précisées.

@ Avec étude de simulation de chutes de blocs, selon méthode à expliciter

2.2/ Grille MEZAP (valable avec RollFree ; méthode des cônes et ligne d'énergie) :

Probabilité de départ estimée sur 100 années glissantes.

Valeur seuil de l'angle géométrique	Qualification de la probabilité de propagation de l'aléa chutes de pierre
$\geq 38^\circ$	Forte
$35^\circ \leq < 38^\circ$	Moyenne
$32^\circ \leq < 35^\circ$	faible
$28^\circ \leq < 32^\circ$	très faible mais non nulle

Tableau 5 : Valeurs de seuillage des angles géométriques pouvant être utilisés pour l'aide à l'expertise et la réalisation d'une pré-cartographie de l'aléa chutes de pierres et de blocs.

- Intégration de la topographie naturelle et du merlon.
- Résultats : 3 immeubles d'habitations collectifs peuvent être impactés par des chutes de blocs, malgré la présence du merlon (résultats cohérents entre CRSP, Rollfree et RockyFor3D), merlon systématiquement dépassé sur l'ensemble du linéaire (RockyFor3D)
- Ancien hangar (aujourd'hui société Duo Vitrierie) toujours fortement exposé mais fréquence rare car de gros chaos de blocs limitent la propagation en amont du merlon.
- Façades des deux bâtiments industriels les plus au nord toujours exposées.
- 1ères habitations les plus au nord du bourg exposées (RockyFor3D) – zone d'arrêt des blocs.

Etude Sage 2015 :

- Analyse des volumes de départ par reconnaissance héliportée.
- Estimation de l'aléa de départ, pour une durée de 30 ans. Selon les études récentes menées par des chercheurs Grenoblois (équipe de D. Hantz – Polytech/Géosciences), l'estimation des volumes de départ pour une durée de 100 ans (doctrine aléa nationale) varie peu. Il est donc proposé de retenir les valeurs de l'étude SAGE comme aléas de référence.'
- Intégration de la topographie naturelle et du merlon.
- Confirmation des aléas et des impacts des études précédentes. Le merlon actuel est inefficace sur les 4 profils testés. L'établissement Duo Vitrierie est le plus exposé, suivi des 3 bâtiments d'habitations du Pré du Bourg. Fréquences d'atteinte jugées rares.
- Les immeubles anciens du bourg sont en limite d'aléa, mais le volume de référence des blocs (1 à 10m³, avec fracturation) est plus optimiste que celui du RTM en 2013 (10m³, sans fracturation). Le nombre de simulation est aussi plus important avec RockyFor3D (plusieurs millions).

Compléments de janvier 2016 réalisé par SAGE sur sollicitations DDT/SSR et RTM :

- Sur les profils 1, 2 et 4, nouveaux calculs trajectographiques avec le modèle ADRGT pour une classe de volumes au départ plus resserrée : 10-50 et 40-50m³ pour P1 et P2, 4-5m³ pour P4. Les tests ont porté sur le futur merlon, qui sera reconstruit à l'emplacement de l'existant. La solution initiale d'un merlon avec parement amont d'arrêt non raidi (pente à 45°) présente des défaillances possibles (des blocs peuvent franchir la crête du merlon et impacter les enjeux situés en arrière). Le raidissement du parement amont à 65° permet d'obtenir une efficacité à 100% du futur ouvrage.

2/ zonage des aléas

2.1/ Doctrine actuelle de prise en compte et d'affichage de l'aléa chutes de blocs en Isère :

Grille de caractérisation (MIRNAT 38, 2008) – valable avec modélisations 1D Sage (ADRGT) et RTM (CRSP).
 Probabilité de départ estimée sur 100 années glissantes.
 Pas de prise en compte des ouvrages de protection.
 1 volume unique de bloc au départ.

2.3.4 PROBABILITE D'OCCURRENCE DE L'ALEA DE REFERENCE EN UN POINT

La qualification de la probabilité d'occurrence est définie à partir de la matrice ci-dessous en croisant la probabilité d'atteinte en un point et la probabilité de départ qualifiée par l'indice d'activité.

		Probabilité d'atteinte			
		Faible	Moyen	Fort	Très Fort
Indice d'activité	Faible	Faible	Modérée	Elevée	Très Elevée
	Moyen	Modérée	Modérée	Elevée	Très Elevée
	Fort	Modérée	Elevée	Elevée	Très Elevée

Tableau 6 : Définition de la probabilité d'occurrence de l'alea de référence en un point

2.3.5 QUALIFICATION DU NIVEAU D'ALEA EN TOUT POINT

Le niveau d'aléa est qualifié en tout point de la zone d'étude en utilisant la matrice suivante :

		Intensité				
		$V \leq 0,25 \text{ m}^3$	$0,25 < V \leq 1 \text{ m}^3$	$1 < V \leq 10 \text{ m}^3$	$V > 10 \text{ m}^3$	Eboulement en masse
Probabilité d'occurrence	Faible	Faible	Modérée	Modérée	Elevée	Cartographie avec un niveau d'aléa unique: très élevé en utilisant le principe de la ligne d'énergie (Cf. 3.1)
	Modérée	Faible	Modérée	Elevée	Elevée	
	Elevée	Modérée	Modérée	Elevée	Très élevée	
	Très élevée	Modérée	Elevée	Très élevée	Très élevée	

Tableau 2 : Définition du niveau de l'alea de référence par zone homogène

2.3/ Affichage des aléas dans le PPRN approuvé de Sassenage (2002 ; révisé en 2007 pour le seul risque inondation Isère)

Les aléas ont été estimés à dire d'expert.

Les études Sage de 1989 et 2000, qui ne couvrent qu'une partie de la zone d'étude, ont permis le reclassement des aléas forts P3 et moyen P2 des zones en aval du merlon des Glériates. Il a été tenu compte, en 2002, de la géométrie du merlon existant (la géométrie du merlon a été intégrée aux calculs trajectographiques), qui permet un arrêt de la majorité des blocs, avec un dépassement systématique de la crête. Il a donc été proposé une bande inconstructible de 20m (zone rouge RP) dans le PPRN, à compter du pied du merlon, pour prendre en compte cette défaillance.



Extrait de la carte des aléas du PPRN

En annexe 1 : report sur fond actualisé (orthophotographie IGN 2012 et cadastre communal 2013) des limites de la carte des aléas et du zonage réglementaire (PPRN 2002, révisé en 2007).

2.4/ Proposition d'évolution de l'affichage des aléas sur le secteur Bourg-Glériates.

La lecture de ce paragraphe se fait à l'appui des documents n°3, 4 et 5 en annexe.

Application locale de la doctrine Mirnat 38 :

Doctrine	Déclinaison sur Sassenage, secteur Bourg-Glériates
Probabilité de départ estimée sur 100 années glissantes.	Seul SAGE a réalisé une analyse précise des instabilités sur les zones de départs en falaise. L'analyse faite sur 30 ans est sensiblement la même que celle estimée sur 100 ans.

Pas de prise en compte des ouvrages de protection.	Le secteur du Bourg ne possède aucune protection. Les études SAGE et RTM ont été réalisées avec la topographie naturelle du site. Les secteurs des Glériates et du Pré du Bourg sont situés en aval d'un merlon de protection, objet des études SAGE et RTM. Ce merlon constitue aujourd'hui une topographie indissociable du versant. A ce titre, il est intégré aux calculs trajectographiques et aux modélisations spatialisées. La suppression de l'ouvrage, même dans un but pédagogique, est en outre impossible, la topographie initiale avant ouvrage n'étant pas connue.
1 volume unique de bloc au départ.	En 2013, ce choix a été retenu par le RTM. Le volume de 10m3 correspond en effet au volume moyen des blocs repérés en pied de versant et dans la fosse du merlon. L'étude SAGE, grâce à l'inspection détaillée des falaises, a permis de sectoriser les zones de départs homogènes, et de proposer des classes différentes entre la zone nord (1 à 10m3), centrale (4 à 5m3) et Sud (10 à 50m3). La DDT 38 a validé le fait de distinguer des secteurs homogènes sur un long linéaire de falaise, et la possibilité de retenir des classes de blocs en lieu et place d'un bloc unique. Les PPRN, plus récents, de St Egrève (2007) et St Martin le Vinoux (2011), ont été réalisés avec une méthodologie similaire.

Remarques :

Le levé LIDAR permet la restitution d'une topographie très fine, à quelques dizaines de centimètres près, de l'ensemble du versant. Les calculs trajectographiques 1D et 2D ont donc une bien meilleure précision que ceux réalisés par interpolation des courbes de niveau IGN ou grâce à un lever classique de terrain (topo fil).

Modification des aléas :

Document 3 : Nous avons reporté les paramètres essentiels de chaque étude permettant de cartographier les limites externes de l'aléa fort P3 et moyen P2. L'aléa faible P1 n'est pas possible sur le secteur Bourg-Glériates, les énergies des blocs étant toujours très importantes quelques mètres avant leur arrêt (500 à 2500 kJ).

Sur ce document figurent les probabilités d'atteinte 10-4 (aléa fort P3) et 10-6 (aléa moyen P2) des 7 profils trajectographiques, et les limites d'atteintes probables et très probables estimées par la modélisation 2D de rockyFor3D.

Document 4 : proposition de nouvelles limites d'aléas. Il a été décidé de caler les limites des aléas P3 et P2 sur les limites de probabilités d'atteintes des profils trajectographiques, qui sont plus précis que les limites interprétées du modèle RockyFor3D. Pour le secteur des Glériates, on constate une bonne concordance, à 5 ou 10m près, des limites données dans les différentes études. La limite de l'étude SAGE est d'ailleurs plus défavorable au droit du profil P4. L'interpolation de la limite entre profils a été réalisée avec l'aide des limites RockyFor3D. Les immeubles du Pré du Bourg sont clairement en zone d'aléa fort P3 pour deux d'entre eux, en zone d'aléa moyen P2 pour 1 seul, en tenant compte du merlon existant.

Pour le secteur du Bourg, la limite P2 s'arrête donc en amont du front bâti.

Document 5 : comparaison des aléas actuels (2002-2007) et des nouveaux aléas.

La réduction des aléas est flagrante : le Bourg, alors en aléa moyen P2, est aujourd'hui **intégralement hors aléa**.

La zone du Pré du Bourg reste en aléa fort et moyen, mais le recul de la limite P2 est là aussi très important.

La zone d'activité se trouve désormais impactée à la marge (façades des bâtiments, Duo Vitrierie), avec un recul de 50 à 80m de la ligne d'aléa moyen P2.

3/ Proposition d'évolution du zonage réglementaire PPRN sur le secteur Bourg-Glériates.

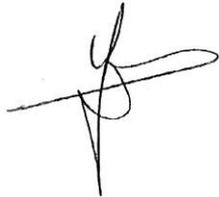
Documents n°6 et 7 en annexe

Application du principe de transcription validé depuis 20 ans en isère : aléa fort P3 + aléa moyen P2 = zone de risque fort RP.

4/ Proposition d'évolution des aléas et du zonage réglementaire à l'issu de la reconstruction du merlon des Glériates

Documents n°8 et 9 en annexe.

- La limite d'aléa fort P3 est calée en pied de nouveau merlon.
- La limite de la zone rouge RP est calée 10m à compter du pied du nouveau merlon.

<p>L'Expert Risques Naturels, Responsable de la Cellule « Connaissance, Expertise, Affichage des Risques Naturels »</p>  <p>Yannick ROBERT</p>	<p>Validé par Bruno LAÏLY</p>  <p>Chef du service RTM de l'Isère</p>
--	---

Annexes :

- Document 1 : Report des limites actuelles du PPRN de 2007 : aléa et zonage chutes de blocs.
- Document 2 : Report des emprises des études de chutes de blocs récentes (RTM 2013 ; SAGE 2015)
- Document 3 : Report des limites d'aléas des études de chutes de blocs récentes (RTM 2013 ; SAGE 2015)
- Document 4 : Proposition 2016 de nouvelles limites de l'aléa « chutes de pierres et de blocs »
- Document 5 : Comparaison des nouvelles limites de l'aléa « chutes de pierres et de blocs » de 2016 avec celles du PPRN de 2007.
- Document 6 : Proposition 2016 de nouveau zonage réglementaire « chutes de pierres et de blocs »
- Document 8 : proposition de nouvelles limites de l'aléa « chutes de pierres et de blocs » après reconstruction du merlon.
- Document 9 : proposition de nouvelles limites du zonage réglementaire PPRN « chutes de pierres et de blocs » après reconstruction du merlon.



- Commune de Sassenage - zone des Glierates -
Report des limites du PPRN de 2007 sur fonds
de références actualisés (cadastre et
orthophotographie 2009)
Aléas et zonage
"chutes de pierres et de blocs"
RTM 38 - Janvier 2016

Légende

ALEAS du PPRN 2007

- limite de l'aléa moyen P2
- limite de l'aléa fort P3

Zonage réglementaire PPRN 2007

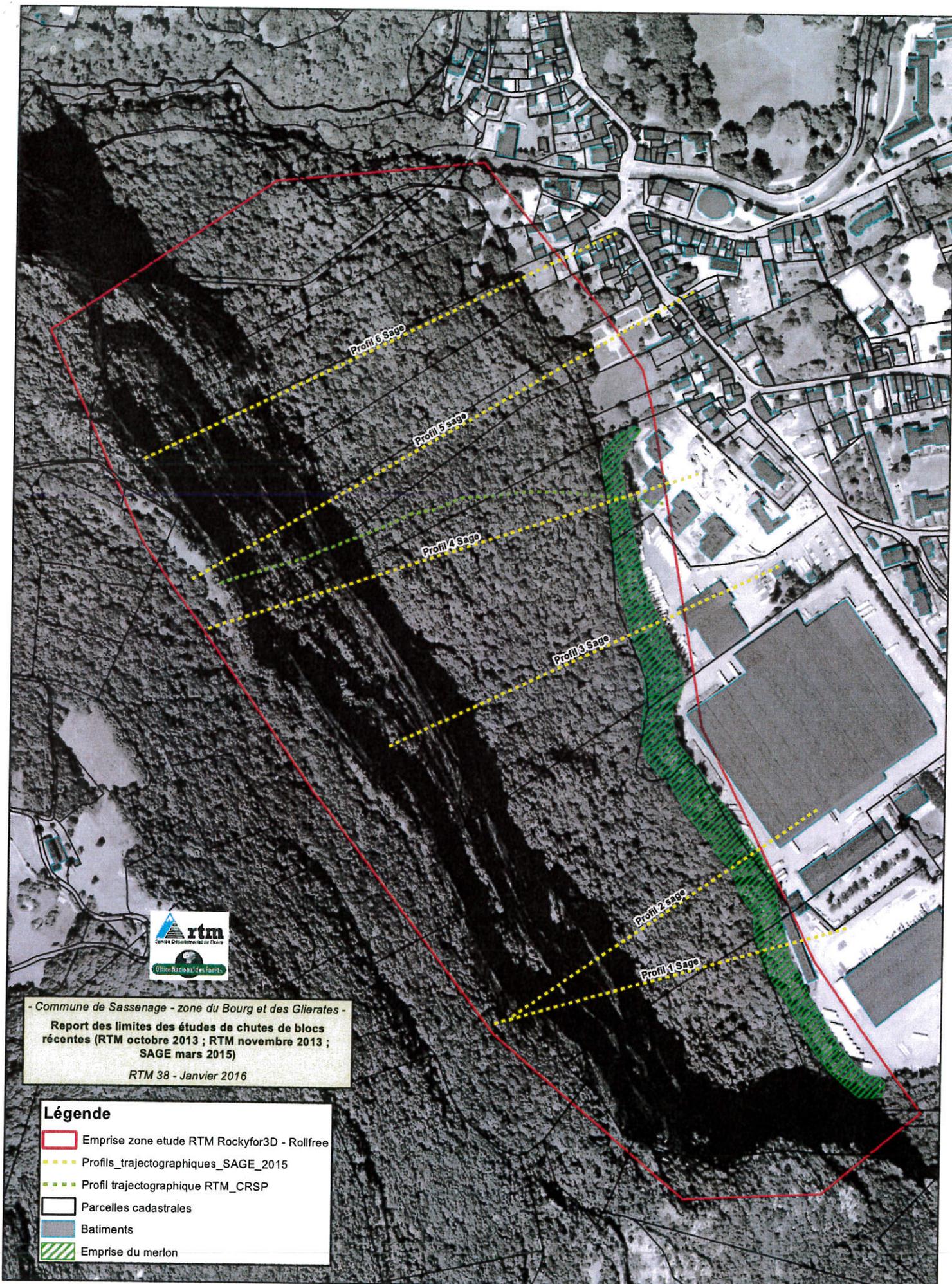
- limite de la zone de prescriptions
- limite de la zone d'interdictions
- ... limite de la zone des 20m inconstructibles

- Batiments
- Parcelles cadastrales
- ▨ Emprise du merlon

1:2 500

0 25 50 100 Mètres

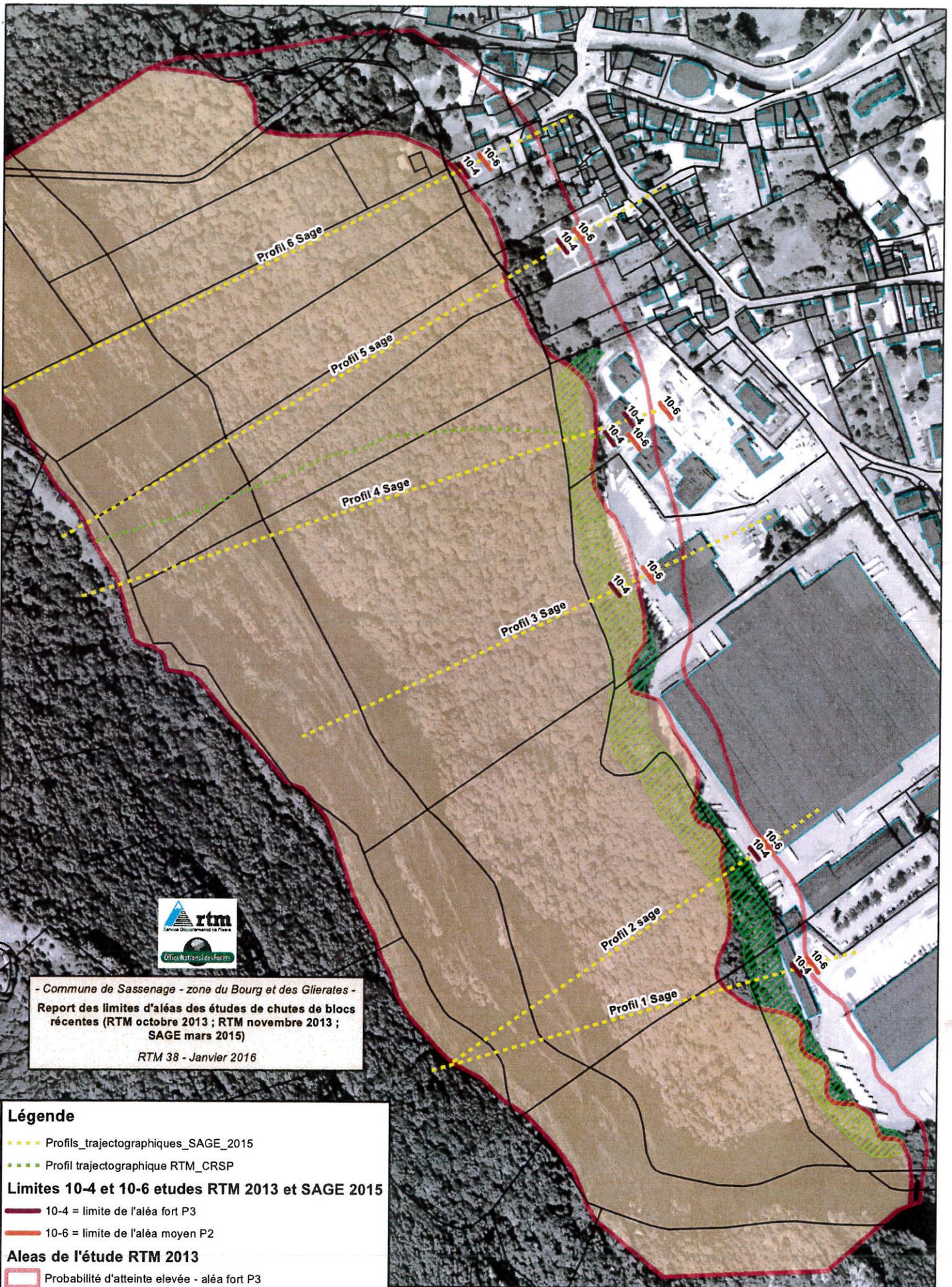




- Commune de Sassenage - zone du Bourg et des Glierates -
 Report des limites des études de chutes de blocs récentes (RTM octobre 2013 ; RTM novembre 2013 ; SAGE mars 2015)
 RTM 38 - Janvier 2016

Légende

- Emprise zone etude RTM Rockyfor3D - Rollfree
- Profils_trajectographiques_SAGE_2015
- Profil trajectographique RTM_CRSP
- Parcelles cadastrales
- Batiments
- Emprise du merlon



- Commune de Sassenage - zone du Bourg et des Glierates -
 Report des limites d'aleas des études de chutes de blocs
 récentes (RTM octobre 2013 ; RTM novembre 2013 ;
 SAGE mars 2015)

RTM 38 - Janvier 2016

Légende

- Profils_trajectographiques_SAGE_2015
- Profil trajectographique RTM_CRSP

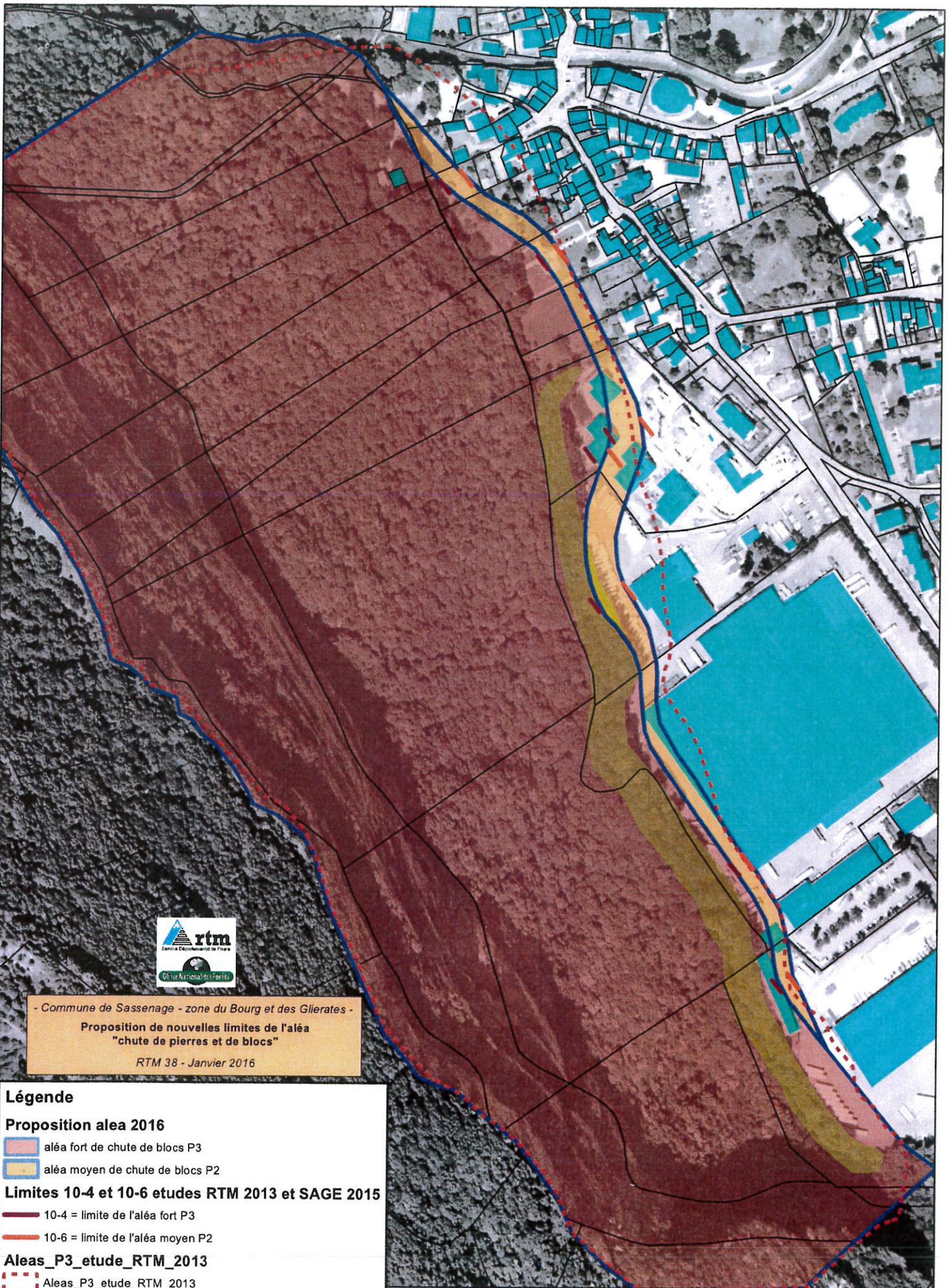
Limites 10-4 et 10-6 etudes RTM 2013 et SAGE 2015

- 10-4 = limite de l'alea fort P3
- 10-6 = limite de l'alea moyen P2

Aleas de l'étude RTM 2013

- ▭ Probabilité d'atteinte élevée - alea fort P3
- ▭ Probabilité d'atteinte très élevée - alea fort P3
- ▭ Parcelles cadastrales
- ▭ Batiments





- Commune de Sassenage - zone du Bourg et des Glierates -

Proposition de nouvelles limites de l'aléa
"chute de pierres et de blocs"

RTM 38 - Janvier 2016

Légende

Proposition alea 2016

- aléa fort de chute de blocs P3
- aléa moyen de chute de blocs P2

Limites 10-4 et 10-6 études RTM 2013 et SAGE 2015

- 10-4 = limite de l'aléa fort P3
- 10-6 = limite de l'aléa moyen P2

Aleas_P3_etude_RTM_2013

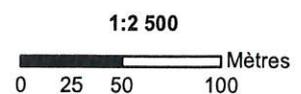
- Aleas_P3_etude_RTM_2013

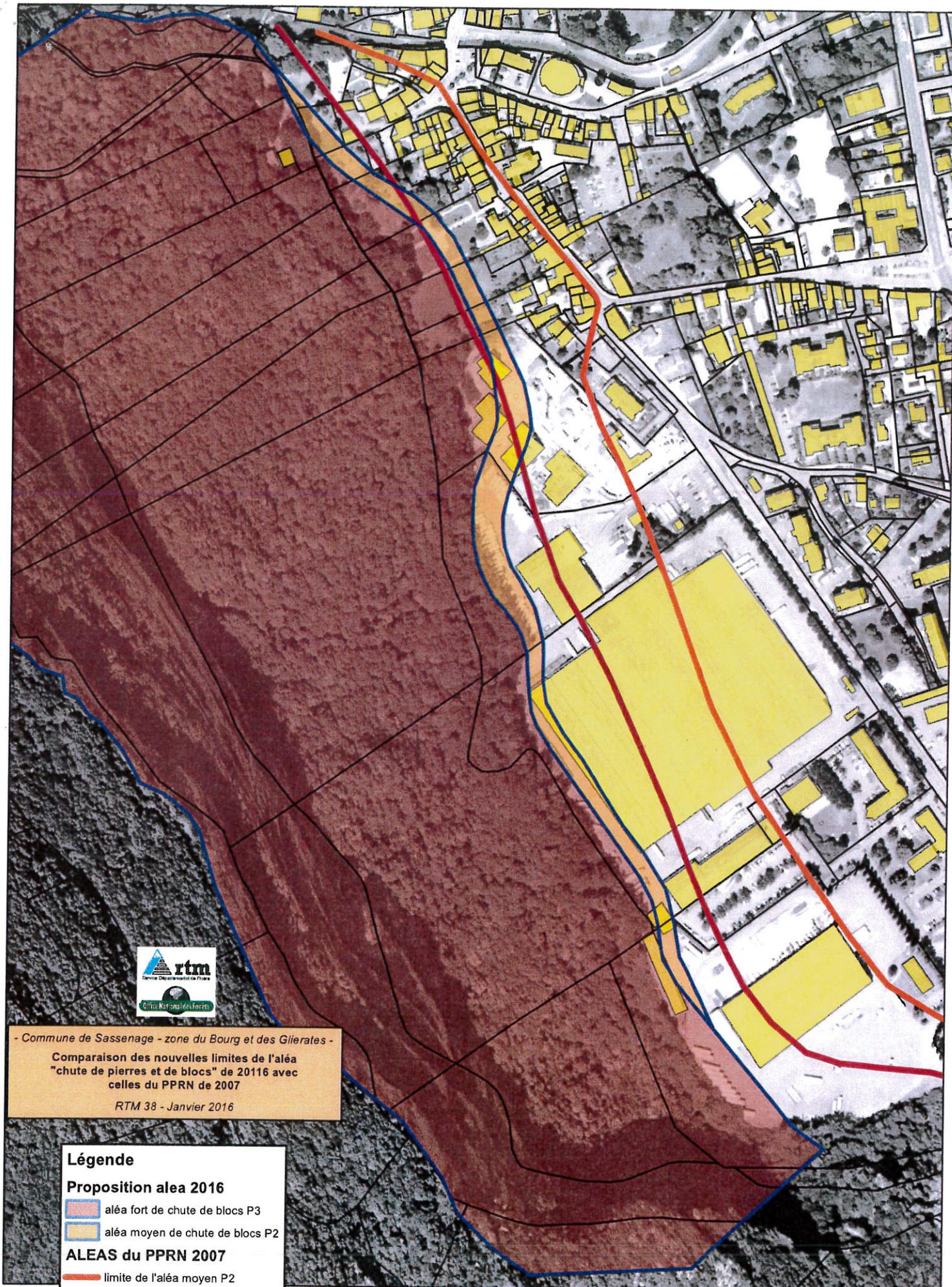
Parcelles cadastrales

Batiments

Emprise du merlon

Document n° 4





- Commune de Sassenage - zone du Bourg et des Glierates -

Comparaison des nouvelles limites de l'aléa
"chute de pierres et de blocs" de 2016 avec
celles du PPRN de 2007

RTM 38 - Janvier 2016

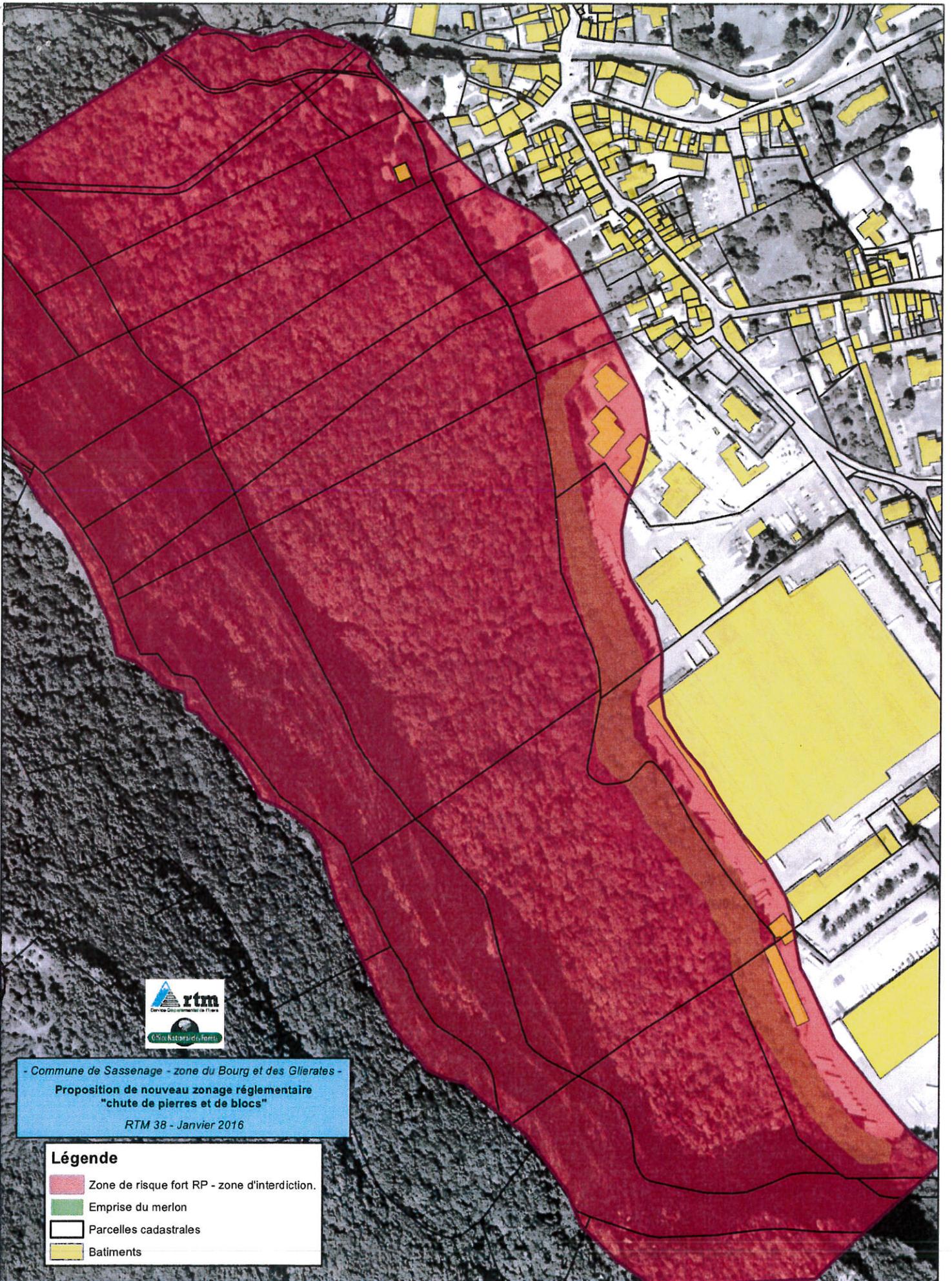
Légende

Proposition alea 2016

-  aléa fort de chute de blocs P3
-  aléa moyen de chute de blocs P2

ALEAS du PPRN 2007

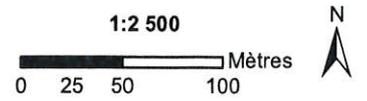
-  limite de l'aléa moyen P2
-  limite de l'aléa fort P3
-  Parcelles cadastrales
-  Batiments

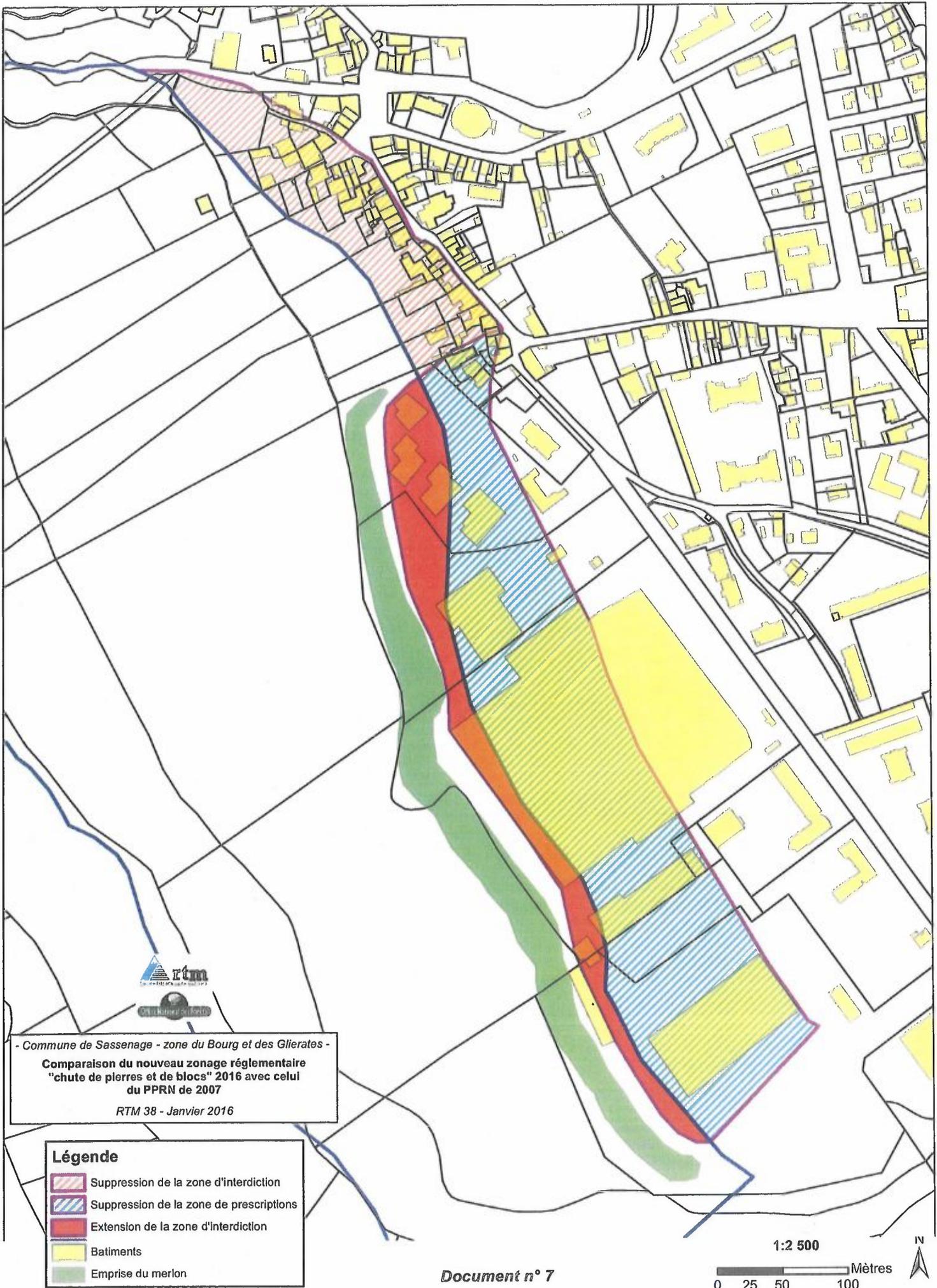


- Commune de Sassenage - zone du Bourg et des Glleraltes -
 Proposition de nouveau zonage réglementaire
 "chute de pierres et de blocs"
 RTM 38 - Janvier 2016

Légende

	Zone de risque fort RP - zone d'interdiction.
	Emprise du merlon
	Parcelles cadastrales
	Batiments

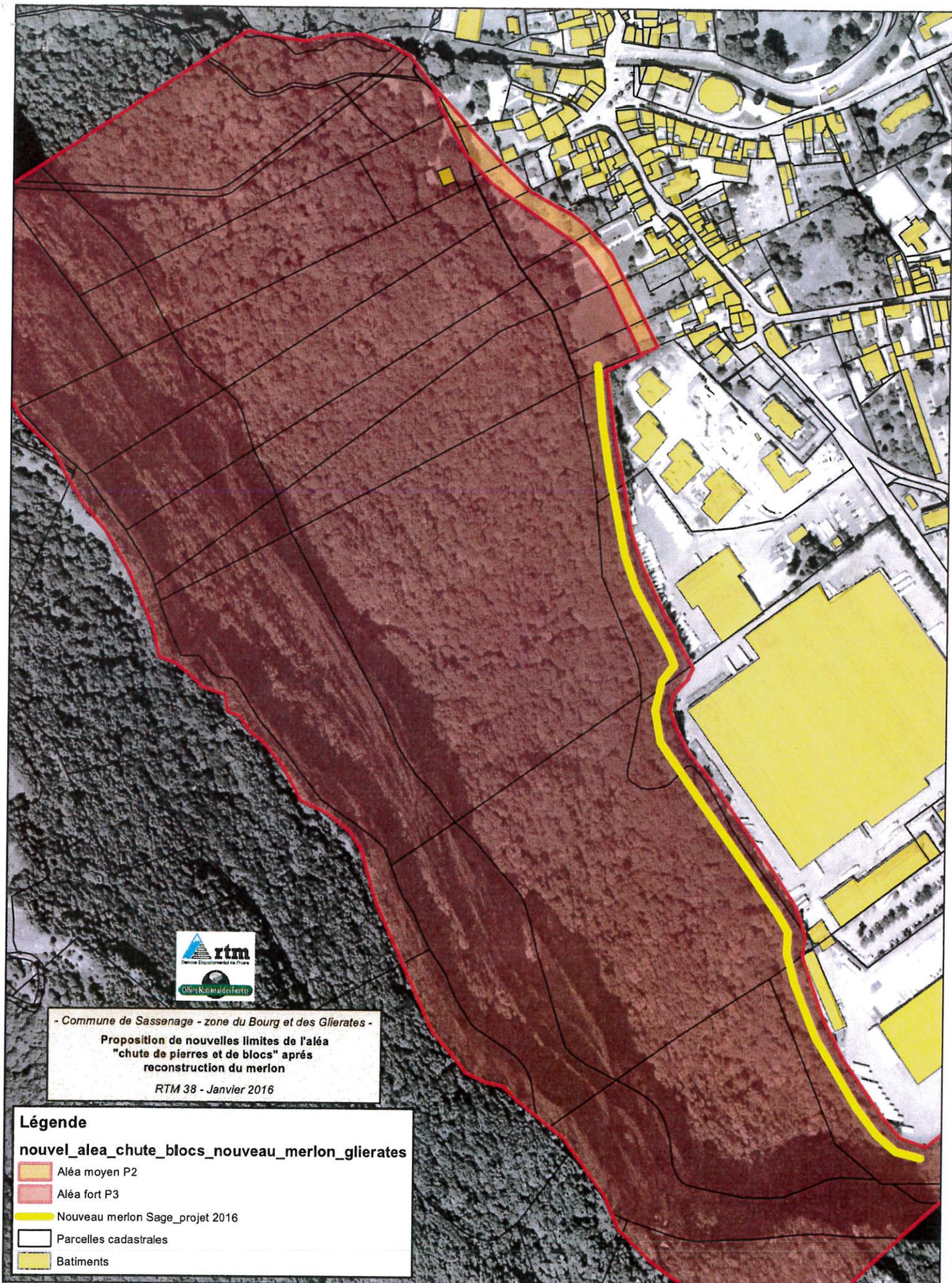




- Commune de Sassenage - zone du Bourg et des Glierates -
**Comparaison du nouveau zonage réglementaire
 "chute de pierres et de blocs" 2016 avec celui
 du PPRN de 2007**
 RTM 38 - Janvier 2016

Légende

-  Suppression de la zone d'interdiction
-  Suppression de la zone de prescriptions
-  Extension de la zone d'interdiction
-  Batiments
-  Emprise du merlon

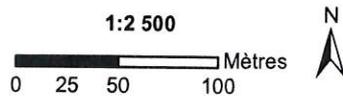


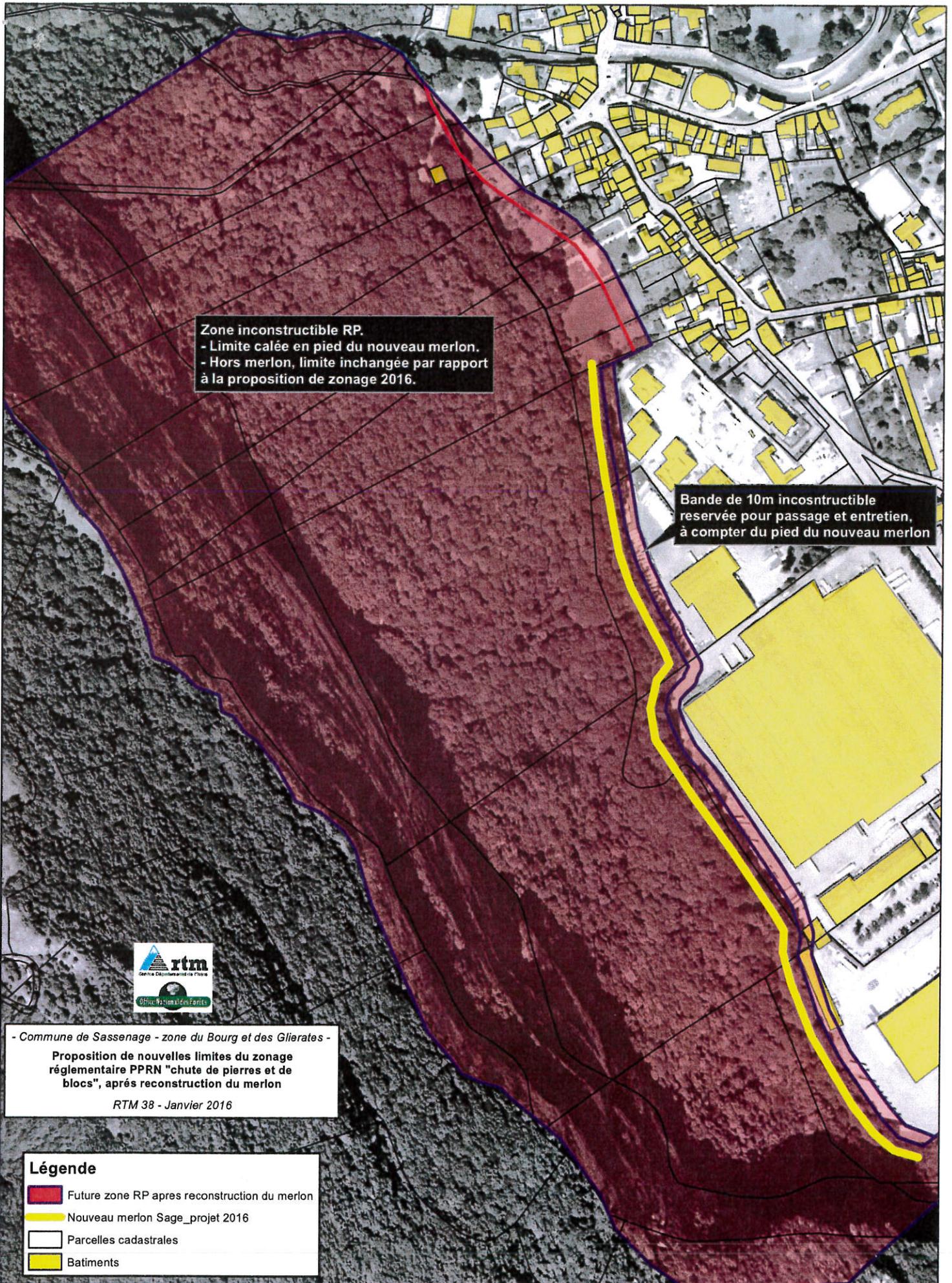
- Commune de Sassenage - zone du Bourg et des Glierates -
**Proposition de nouvelles limites de l'aléa
 "chute de pierres et de blocs" après
 reconstruction du merlon**
 RTM 38 - Janvier 2016

Légende

nouvel_aléa_chute_blocs_nouveau_merlon_glierates

-  Aléa moyen P2
-  Aléa fort P3
-  Nouveau merlon Sage_projet 2016
-  Parcelles cadastrales
-  Batiments





Zone inconstructible RP.
 - Limite calée en pied du nouveau merlon.
 - Hors merlon, limite inchangée par rapport à la proposition de zonage 2016.

Bande de 10m inconstructible réservée pour passage et entretien, à compter du pied du nouveau merlon



- Commune de Sassenage - zone du Bourg et des Glierates -
Proposition de nouvelles limites du zonage réglementaire PPRN "chute de pierres et de blocs", après reconstruction du merlon
 RTM 38 - Janvier 2016

- Légende**
- Future zone RP après reconstruction du merlon
 - Nouveau merlon Sage_projet 2016
 - Parcelles cadastrales
 - Batiments