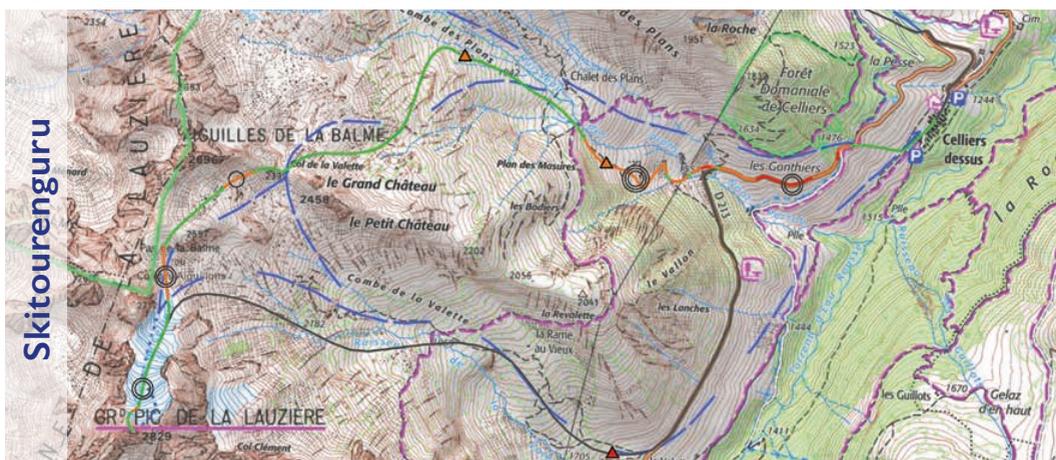
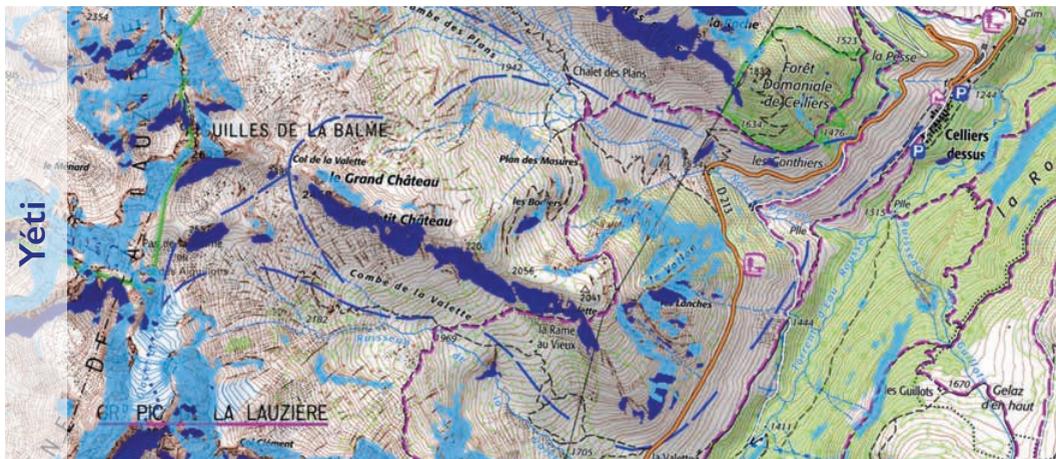


Yéti et Skitouren guru

Deux applications web de gestion du risque d'avalanche

Mode d'emploi, intérêts et limites pour les adeptes de sports de neige



Trop souvent négligée, la préparation de course apparaît comme la clé pour éviter d'être confronté(e) à une avalanche.

Dans cette phase préparatoire, l'Internet joue un rôle croissant grâce aux sites communautaires et aux cartes de pente, mises en ligne en 2016 sur geoportail.gouv.fr avec l'IGN, l'École nationale des sciences géographiques et le soutien d'un collectif d'acteurs de la montagne (FFCAM, FFME, SNGM, FSGT, Fondation Petzl, réunis au sein de la Coordination Montagne).

Depuis décembre 2019, les adeptes de sports de neige dans les massifs français ont accès à Yéti et Skitourenuru, deux applications gratuites dédiées à la préparation.

Sommaire

L'indispensable préparation de course	Page 3
Yéti, la cartographie du risque	Page 4
Yéti mode d'emploi	Page 5
Skitourenuru, l'algorithme au service des skieurs	Page 6
Skitourenuru mode d'emploi	Page 8
Les limites des outils numériques de gestion du risque	Page 10
Précautions d'usage de Yéti et Skitourenuru	Page 11

Illustrations de couverture : Le grand Pic de la Lauzière (Savoie) par danger 2 sur Yéti (en haut) et sur Skitourenuru.

L'indispensable préparation de course

Préparer une course consiste à **choisir un itinéraire adapté** aux conditions d'enneigement et aux prévisions météorologiques, ainsi qu'au niveau technique et à la motivation des membres du groupe. Cette étape préalable est déterminante pour **limiter les risques**. La majorité des accidents sont liés à des choix de course inadaptés aux conditions nivo-météo ou au groupe.

La préparation de course correspond à la première phase de l'analyse 3 x 3 qui s'est imposée dans la gestion du risque d'avalanche. La grille 3 x 3 conduit à **analyser les trois principaux facteurs de risque** (les conditions, le terrain et le groupe) à **trois moments clés** du déroulement d'une course : lors de la préparation, pendant l'approche et dans la pente.

Analyse du risque	Conditions 	Terrain 	Groupe 
Maison ou refuge 	<ul style="list-style-type: none"> - Bulletin nivologique - Balises météo automatiques - Situations typiques d'avalanche - Infos récentes de guides ou réseaux sociaux 	<ul style="list-style-type: none"> - Cartes, topos - Horaires, inclinaisons, orientations - Scénarios à éviter - Yéti, Skitourenguru 	<ul style="list-style-type: none"> - Taille du groupe - Expérience, compétence - Responsabilité, attentes - Choix d'une méthode de réduction
Pendant l'approche 	<ul style="list-style-type: none"> - Météo (vent, T°, précipitations) - Quantité critique de neige fraîche - Signaux d'alarme 	<ul style="list-style-type: none"> - Comparaison carte/terrain - Fréquentation, traces 	<ul style="list-style-type: none"> - État de forme du groupe - Évolution de sa composition - Contrôle DVA - Contrôle de l'horaire
Dans la pente 	<ul style="list-style-type: none"> - Visibilité, météo - Réchauffement, humidification - Quantité critique de neige fraîche - Signaux d'alarme 	<ul style="list-style-type: none"> - Qualité de la trace, configuration du terrain - Inclinaison et orientation réelles - Autres dangers objectifs 	<ul style="list-style-type: none"> - Forme, motivation, discipline - Maîtrise de l'horaire - Respect des distances de délestage ou de sécurité - Corridor de descente

Au cours de cette étape, Yéti et Skitourenguru aident les adeptes de sports de neige à mieux trier et hiérarchiser les informations disponibles à la maison, la veille de la course. Ces applications facilitent la comparaison de plusieurs itinéraires, puis l'identification des passages clés, des points de décision et des options de repli pour choisir un itinéraire adapté.

Yéti, la cartographie du risque

Yéti est développée par Jacques Beilin et ses étudiants de l'École nationale des sciences géographiques (ENSG). L'application s'appuie sur les informations du bulletin avalanche de Météo-France, l'évaluation automatisée de l'inclinaison et de l'orientation des pentes sur les modèles numériques de terrain (MNT) de l'Institut National de l'Information Géographique et Forestière (IGN)¹ et des méthodes de réduction du risque. Ces dernières sont déclinées en trois niveaux, en fonction de la marge de sécurité et de complexité d'analyse souhaitée : méthode de réduction pour débutant (MRD), élémentaire (MRE) ou professionnelle (MRP).

Yéti permet de **visualiser les secteurs à risque** grâce à un estompage de couleur sur une interface cartographique à une échelle topographique. D'un coup d'œil, le pratiquant repère les pentes les plus dangereuses et identifie les passages clés d'un itinéraire.

Après un test sur un panel de 80 personnes l'hiver 2018/2019, Yéti est désormais diffusée au grand public sur le site communautaire et non commercial Camptocamp.org.



Le Grand Arc (Savoie) par danger 2 sur Yéti avec la méthode de réduction élémentaire. L'estompage de couleur bleu permet de repérer facilement les pentes les plus dangereuses.

¹. Voir : Les pentes à plus de 30° sur le Géoportail de l'IGN, Utilisation, intérêts et limites pour les amateurs de sports de neige, 2017. À télécharger sur <https://www.petzl.com/fondation/projets/carte-pente-risque-avalanches?language=fr>

Yéti mode d'emploi

- Pour préparer une sortie, il faut se rendre à l'adresse suivante : <https://www.camptocamp.org/yeti>.
- La carte située sur la droite de l'écran permet de zoomer sur le massif de son choix. Dans le coin inférieur gauche de la carte, choisir un **fond de carte IGN** nommé IGN Maps. Un champ de recherche permet d'accéder rapidement à un massif. Un niveau de zoom minimal est requis pour pouvoir calculer la carte de risque.
- L'outil propose de visualiser les **bulletins d'estimation du risque d'avalanche (BRA)** concernés par la zone affichée sur la carte dans un nouvel onglet du navigateur. Une fois lu en détail, on va pouvoir noter les éléments principaux. Dans le cas où le bulletin prévoit deux niveaux de danger en fonction d'une altitude donnée, il faut cocher la case « BRA haut/bas différents ». Un triple menu déroulant s'affiche alors pour permettre d'indiquer le degré de chaque zone, ainsi que l'altitude les séparant. C'est le moment de **choisir la méthode** qui convient le mieux à son groupe : pour débutant, élémentaire ou professionnelle.
- Cliquer sur « Calculer le risque » : les **zones de danger** apparaissent sur la carte.
- La légende des estompages de couleurs est accessible dans le coin supérieur droit de la carte.

⇒ Pour en savoir plus sur Yéti, il est recommandé de consulter la foire aux questions : https://www.camptocamp.org/yeti_faq.pdf

The image shows a screenshot of the Yéti web application interface. The interface is divided into several sections: a left sidebar with controls, a central map area, and a right sidebar with a legend. The map displays a topographic view of a mountainous region with various colored overlays representing avalanche risk zones. The interface includes a search bar, a list of massifs, and a 'Calculer le risque' button. The legend in the top right corner shows different risk levels with corresponding colors. The left sidebar has sections for 'Info BRA', 'Méthodes', and 'Liste des massifs'. The map area has a 'Plein écran' button in the top left and an 'Échelle' button in the bottom right. The interface is annotated with numbered callouts (1-9) in purple boxes with white text, pointing to specific elements.

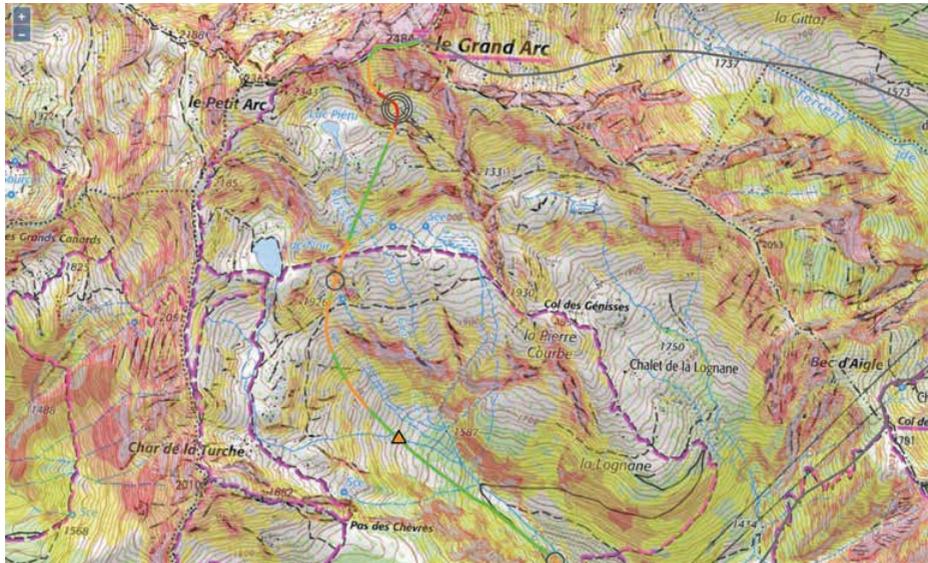
1. Choisir la zone et une grande échelle
2. Afficher "IGN Maps" et "Pentes IGN"
3. Télécharger et lire le BRA
4. Cocher si deux niveaux de danger
5. Altitude limite
6. Afficher le degré de danger du secteur
7. Choisir une méthode
8. Si MRE, afficher les secteurs les plus dangereux
9. Afficher le résultat

Skitouren guru, l'algorithme au service des skieurs

Skitouren guru.ch a été conçue par Günter Sch mudlach, ancien élève de l'École polytechnique fédérale de Zurich, informaticien et skieur. Son algorithme s'appuie sur la **méthode de réduction quantitative (MRQ)²**. Cette méthode repose sur le traitement de données de masse (1 469 accidents d'avalanche impliquant des personnes, près de 50 000 kilomètres de traces GPS et 4 656 bulletins d'avalanche) qui lui donne une assise statistique solide pour établir la **probabilité qu'une avalanche survienne** en fonction d'une analyse numérique du terrain et du bulletin d'avalanche.

L'algorithme intègre les éléments suivants :

1. Les informations du **bulletin d'avalanche** telles que le degré de danger d'avalanche ainsi que les altitudes et les expositions critiques mentionnées.
2. Une analyse du **modèle numérique de terrain (MNT)**, qui prend en compte non seulement l'inclinaison, l'altitude et l'orientation, mais aussi la taille des pentes, la forme du relief et le couvert forestier. Cette analyse permet d'établir la **dangerosité des pentes**, y compris celles qui dominent l'itinéraire.



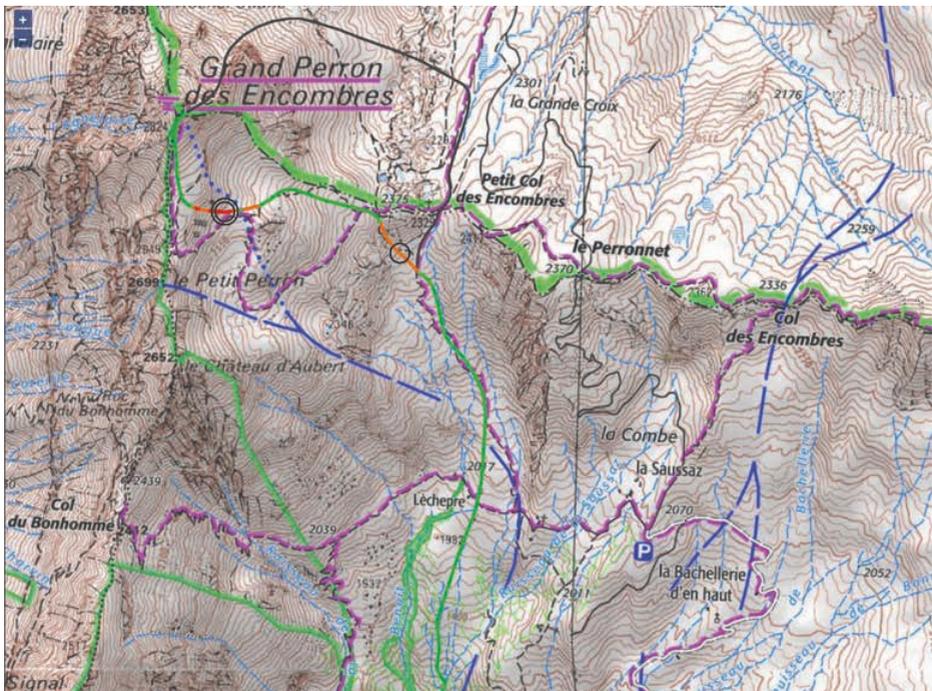
L'itinéraire classique du Grand Arc (Savoie) par danger 2 sur Skitouren guru. L'application permet d'afficher la carte des pentes du Géoportail. Ce jour-là, le bulletin d'avalanche indiquait un fort réchauffement dans les pentes de secteur sud.

2. Pour aller plus loin, télécharger en français les publications de Günter Sch mudlach sur www.fondation-petzl.org

Le risque est calculé pour chaque point de l'itinéraire. Les valeurs de chaque point sont ensuite assemblées pour produire un indicateur de risque sur l'ensemble de la course. Les itinéraires sont classés quotidiennement (deux fois par jour en Suisse, une fois par jour en France) en **trois catégories** : **risque modéré (vert)**, **risque accru (orange)**, **risque élevé (rouge)**.

Skitouren-guru est en ligne depuis 2014 en Suisse et évalue chaque jour plus de 1 100 itinéraires dans ce pays. Cette application est désormais conseillée par l'ensemble des institutions de montagne chez nos voisins. Le site a été développé au départ en allemand, mais l'outil est désormais utilisable en français, en italien et en anglais à l'adresse suivante : www.skitouren-guru.ch.

Une première version avec la mise à disposition de 300 itinéraires est accessible au public français sur Belledonne, la Lauzière et le Beaufortain depuis décembre 2019.



La voie normale du Grand Perron des Ecombres en Maurienne par danger 2 sur Skitouren-guru. Les anneaux gris et la couleur du tracé facilitent l'identification des passages clés.

Skitouren guru mode d'emploi

- Sur la gauche de l'écran, une série de menus déroulants permet de définir ses propres critères de **sélection d'itinéraires** : lieu de résidence, longueur de l'approche, altitude de départ, dénivelé, difficulté, et la catégorie de risque accepté (triangles vert, orange et rouge).
- En fonction des paramètres indiqués, un certain nombre d'itinéraires s'affichent sur la carte avec un triangle dont la couleur résume le niveau de risque. Cette étape conduit à **faire un premier choix**.
- On peut aller ensuite vers une échelle plus grande en **zoomant sur la carte**. Lorsque l'on clique sur un itinéraire, son tracé revêt une couleur adaptée au niveau de risque de chaque portion.
- Les **passages clés** les plus problématiques sont matérialisés par des cercles gris. La propension au déclenchement est proportionnelle au **nombre de cercles** :
 - un cercle désigne un terrain avalancheux,
 - deux cercles un terrain avalancheux marqué,
 - trois cercles un terrain avalancheux typique.

Opération de démonstration (Résultats sans valeur)

1. Indiquer sa résidence

2. Choisir la carte IGN

3. Choisir une grande échelle

4. Définir ses critères de sélection

5. Définir ses priorités de sélection

6. Indicateur du risque par course

7. Cliquer sur la course souhaitée

330 / 1109	T	L	D	R
La Bière	793	F71.2	330	
La Bière	588	F71.2	350	
Furibou, Ruchyhang	580	F71.2	350	
La Polty	742	PO-2.1	330	
Dasse (Sawadeng)	668	PO-2.2	331	
Les Martin	1142	PO-2.1	338	
Monte Chamailla	858	F71.2	312	
Châblotmagasin	487	F71.2	317	
Les Whips	695	F71.2	321	
Barthage	895	F71.3	309	
Vinglé	917	F71.3	322	
Talut	865	F71.3	330	
Hundrigg	711	PO-2.1	339	
Tombachap	738	PO-2.2	340	
Prunne de Tasse	845	PO-2.2	342	
Wapnahlit	894	F71.2	346	
Chounguen	1181	F71.3	350	
Prunne de Salléne	783	F71.2	351	
Orni de Valerette	764	PO-2.2	356	
Wall Bière	1047	F71.3	358	
La Madelle	955	PO-2.3	360	
Albortubut	1079	PO-2.3	364	

Avant d'utiliser Skitouren guru, il est recommandé de lire attentivement sa présentation en français : www.skitouren guru.ch/download/intro/Intro_FR.pdf



Les limites des outils numériques de gestion du risque

Les principales limites de ces outils tiennent à celles des trois piliers sur lesquels ils reposent : le bulletin, la cartographie numérique des pentes et les méthodes de réduction.

- ◆ Le bulletin nivologique dresse un état des lieux du danger d'avalanche à l'échelle d'un massif alors que les conditions peuvent varier localement de manière substantielle. Il est nécessaire de s'informer, car l'ordinateur ne pourra pas le prévoir, et de réviser son jugement sur le terrain. Par ailleurs, les bulletins sont rarement disponibles en France avant la mi-décembre et après la fin avril.
- ◆ La précision de l'inclinaison des pentes se fonde sur l'assemblage des modèles numériques de terrain (MNT) de l'IGN dont la résolution est comprise entre 1 et 25 mètres. Dans certaines configurations, certaines pentes dont la taille est inférieure à 25 mètres peuvent ne pas être représentées. Des aberrations peuvent apparaître également à proximité des frontières nationales.
- ◆ Enfin, les méthodes de réduction reposent sur la somme des expériences sédimentées à travers l'accidentologie : on évite les configurations que l'on retrouve dans la plupart des accidents. Cette approche basée sur les probabilités est bien plus riche que l'expérience d'une seule personne, même chevronnée. Toutefois, elle présente un caractère empirique et ne permet pas d'exclure totalement qu'une avalanche se déclenche dans une pente non identifiée comme « à risque ».

Précautions d'usage de Yéti et Skitourenguru

Yéti et Skitourenguru permettent de faire des choix mieux éclairés en prenant en compte le maximum d'informations disponibles à la veille de sortir, pour anticiper et mieux évaluer le risque avant de se confronter au réel. Toutefois, l'analyse du risque à la maison ne peut se résumer à pianoter sur son ordinateur. Les applications ne dispensent pas d'évaluer tous les facteurs de risque résumés dans la grille d'analyse 3 x 3 et notamment de la lecture de l'intégralité du bulletin ou la composition du groupe.

Même si elle est peu probable, une avalanche reste possible dans les zones ou sur les itinéraires à risque faible, qui ne sont pas présentés comme défavorables sur les cartes reposant sur les algorithmes. Il convient toujours d'apprécier la situation sur le terrain en utilisant son cerveau, son expérience, l'écoute du milieu, de ses compagnes et compagnons.

Les informations délivrées par Yéti ou Skitourenguru ne doivent jamais être les seuls critères de choix pour skier une pente.



Une avalanche de plaque déclenchée par les skieurs depuis le replat © Olivier Moret

Pour plus d'informations

IGN

INSTITUT NATIONAL
DE L'INFORMATION
GÉOGRAPHIQUE
ET FORESTIÈRE

IGN

239 rue Garibaldi
69422 LYON CEDEX 03
dir-centre-est@ign.fr
04 37 64 24 70

www.ign.fr - www.geoportail.gouv.fr

ENSG
Géomatique

ÉCOLE NATIONALE
DES SCIENCES
GÉOGRAPHIQUES

ENSG-Géomatique

yeti@ensg.eu
www.ensg.eu - Twitter : @ENSG_IGN



skitouren guru.ch

Skitouren guru.ch

schmudlach@gmx.ch
www.skitouren guru.ch



Camp to camp.org

board@camptocamp.org
www.camptocamp.org



Fondation Petzl

ZI de Crolles Cedex 105 A
38920 Crolles
info@fondation-petzl.org
www.fondation-petzl.org

Texte : Olivier Moret et Philippe Descamps

Illustrations : Yéti, Skitouren guru, Édition Guérin

Maquette et mise en page : Agathe Feneuil et Stéphane Lozac'hmeur

Révision du document : Jacques Beilin, Günter Schmudlach, Stéphane Lozac'hmeur et Brigitte Luttiau

1^{ère} édition : décembre 2019