



Analyse des différents systèmes de sécurité contre l'ensevelissement sous avalanche

Dr Emmanuel Cauchy – IFREMMONT
Dr Claude Hebette - CERNA

www.ifremmont.com
ifremmont

INSTITUT DE FORMATION ET DE RECHERCHE
EN MEDECINE DE MONTAGNE

Dr CAUCHY - IFREMMONT
Dr HEBETTE - CERNA
La Léchère 2008

Connaissances actuelles sur la physiologie de l'ensevelissement

Données de l'accidentologie

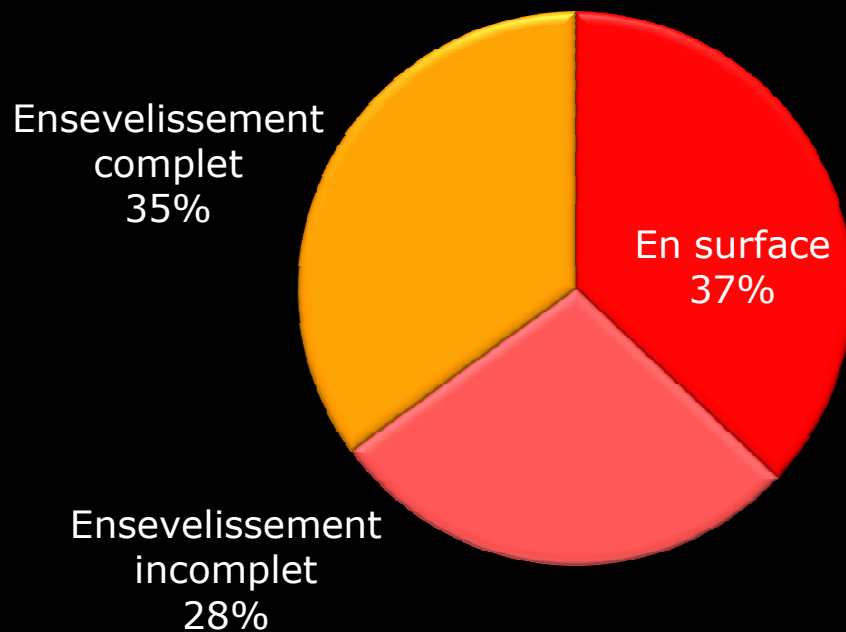
CAUCHY IFREMMONT
Analyse des différents systèmes de
sécurité en avalanche
La Léchère 2008

- *Page* 1999,(WEM:Wilderness Environ Med J): (USA) étude sur 440 victimes sur 45 ans relève une prédominance nette pour les activités outdoor (// travailleurs de la VP ou motoneige, etc...)
- *Amman* 2001, (WEM): (Suisse) de 1985 à 1999 augmentation de 22% « backcountry activities »

Quelques données générales

Degré d'ensevelissement

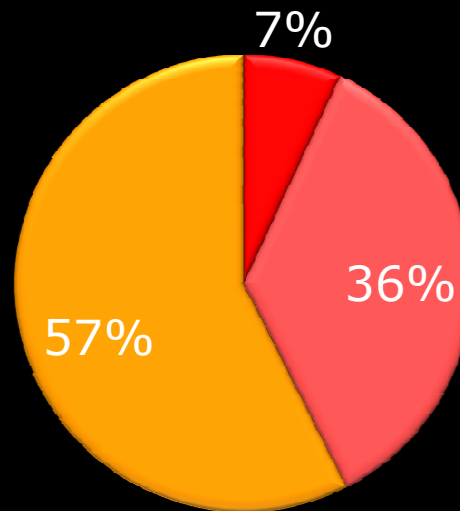
- En surface
- Ensevelissement incomplet
- Ensevelissement complet



*M. Valt, A. Cagnati et A. Crépez, 2003 Club Alpino Italiano
(641 avalanches) 1465 personnes ensevelies de 1984-2003*

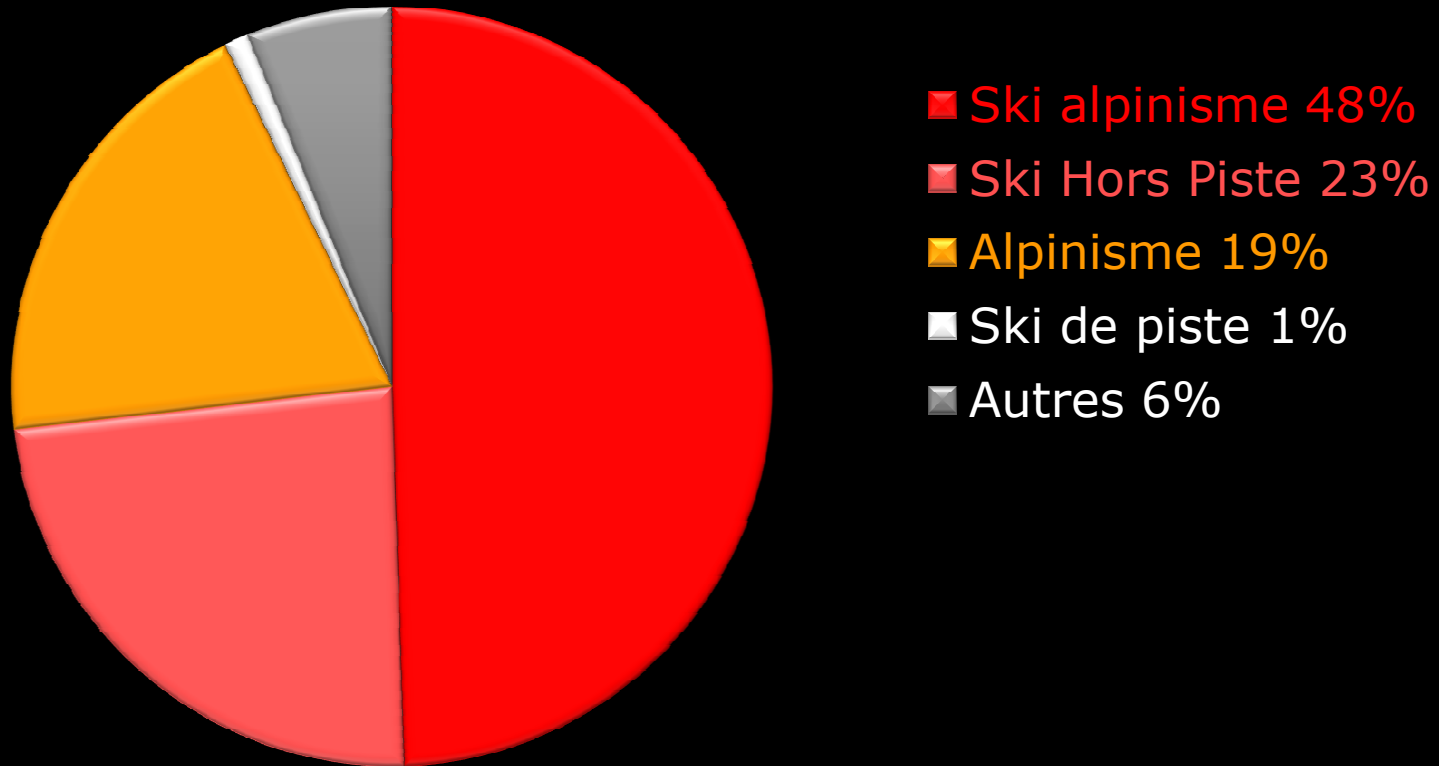
Décès selon importance de l'ensevelissement

- En surface
- Ensevelissement incomplet
- Ensevelissement complet



*M. Valt, A. Cagnati et A. Crépez, 2003 Club Alpino Italiano
(641 avalanches) 1465 personnes ensevelies de 1984-2003*

Ensevelissement par activités



*M. Valt, A. Cagnati et A. Crépaz, 2003 Club Alpino Italiano
(641 avalanches) 1465 personnes ensevelies de 1984-2003*

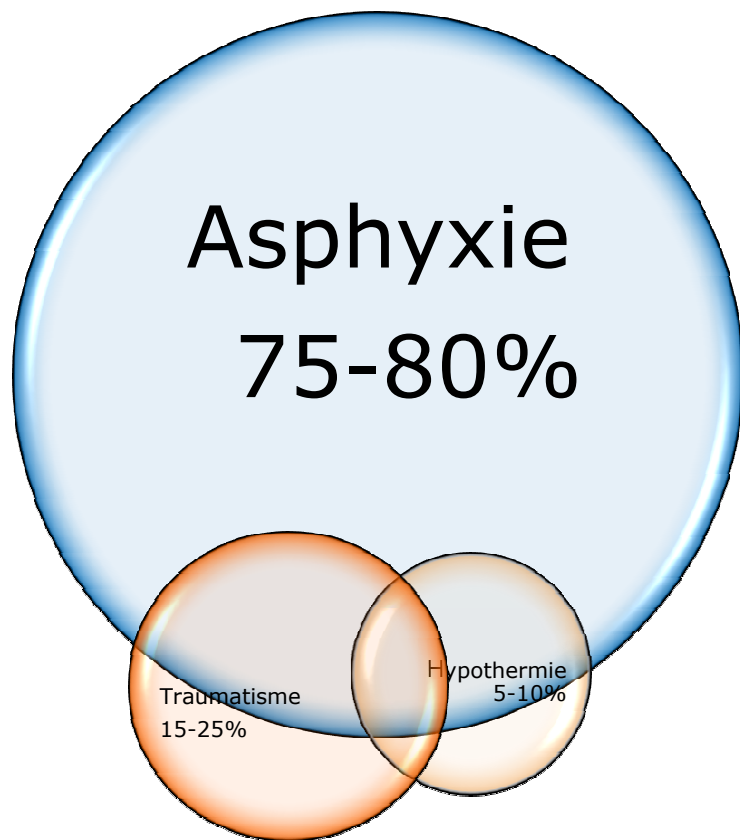
Survie en avalanche

De quoi meurt-on?

CAUCHY IFREMMONT
Analyse des différents systèmes de
sécurité en avalanche
La Léchère 2008

- *Valla 1987 (Neiges et avalanches) Grenoble*
 - *25% traumatisme sur 1447 décès sur 10 ans*
- *Shaerer (Avalanches News) 1987*
 - *26% traumatisme sur 6 ans*
- *Grossman 1989 (J Trauma), Utah*
 - *16% de traumatisme sur 91 décès, 1982-1987*
- *Logan 1996 (Colorado Geological Survey)*
 - *80% sont asphyxiés*
- *Johnson 2001 (Wilderness Environ Med) étude sur 28 cas*
 - *61% TC*
 - *21% TC à l'origine du décès*

De quoi meurt-on?



L'asphyxie reste la cause essentielle de décès en avalanche

Les traumatismes mortels sont le plus souvent le fait d'un traumatisme crânien ou cervical

Les hypothermies sont rares et naturellement représentées par les victimes retrouvées tardivement

Causes de mortalité en avalanche

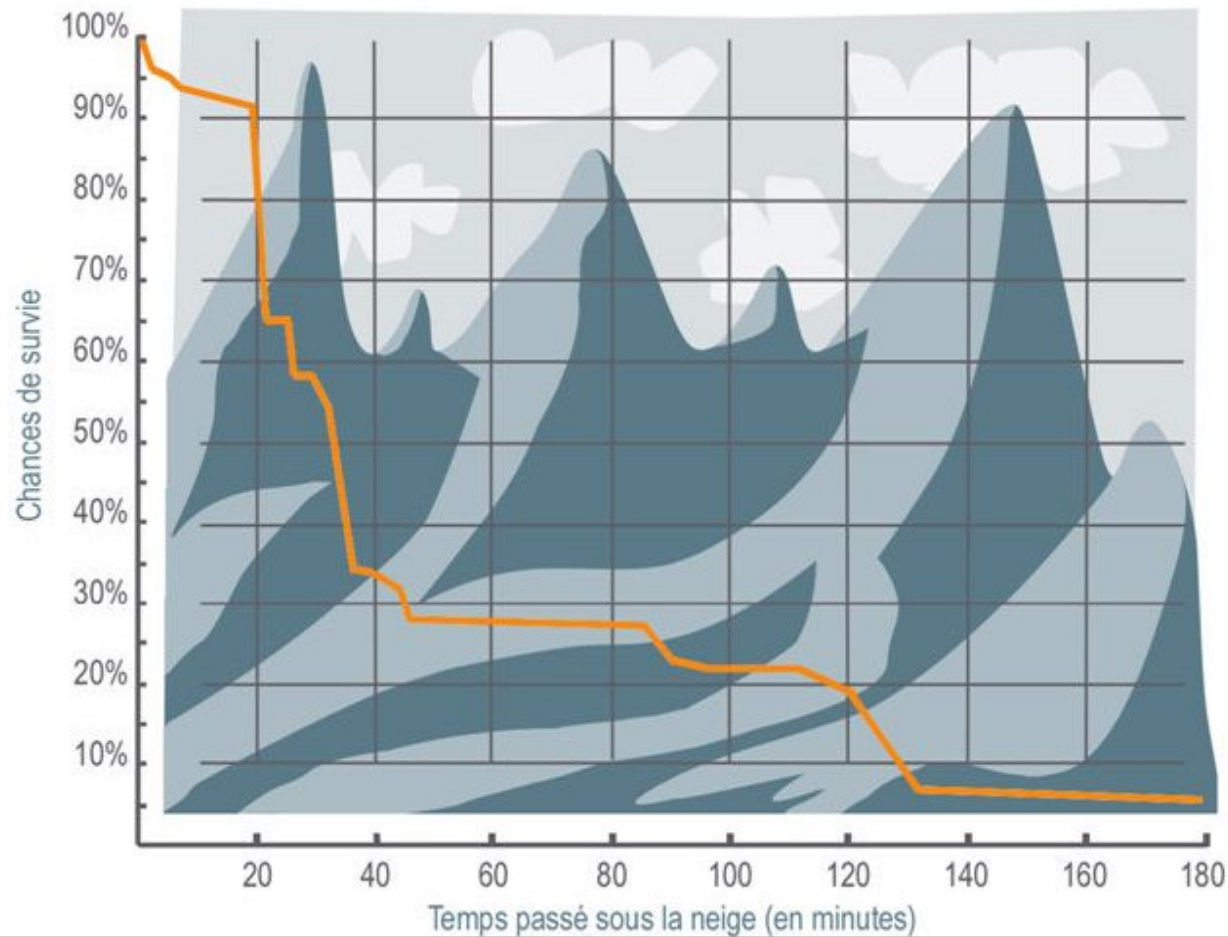
Survie en avalanche

Comment meurt-on?

CAUCHY IFREMMONT
Analyse des différents systèmes de
sécurité en avalanche
La Léchère 2008

- *Falk and Brugger dans Nature et WME*
 - Etude de probabilité de survie sur une série de 638 avalanches de 1981 à 1998
 - Pour les **victimes vivantes**, la moyenne du temps d'extraction est de **11 min**
 - Pour les **victimes décédées** la moyenne du temps d'extraction est de **120 min.**
 - Théorie des 3 marches

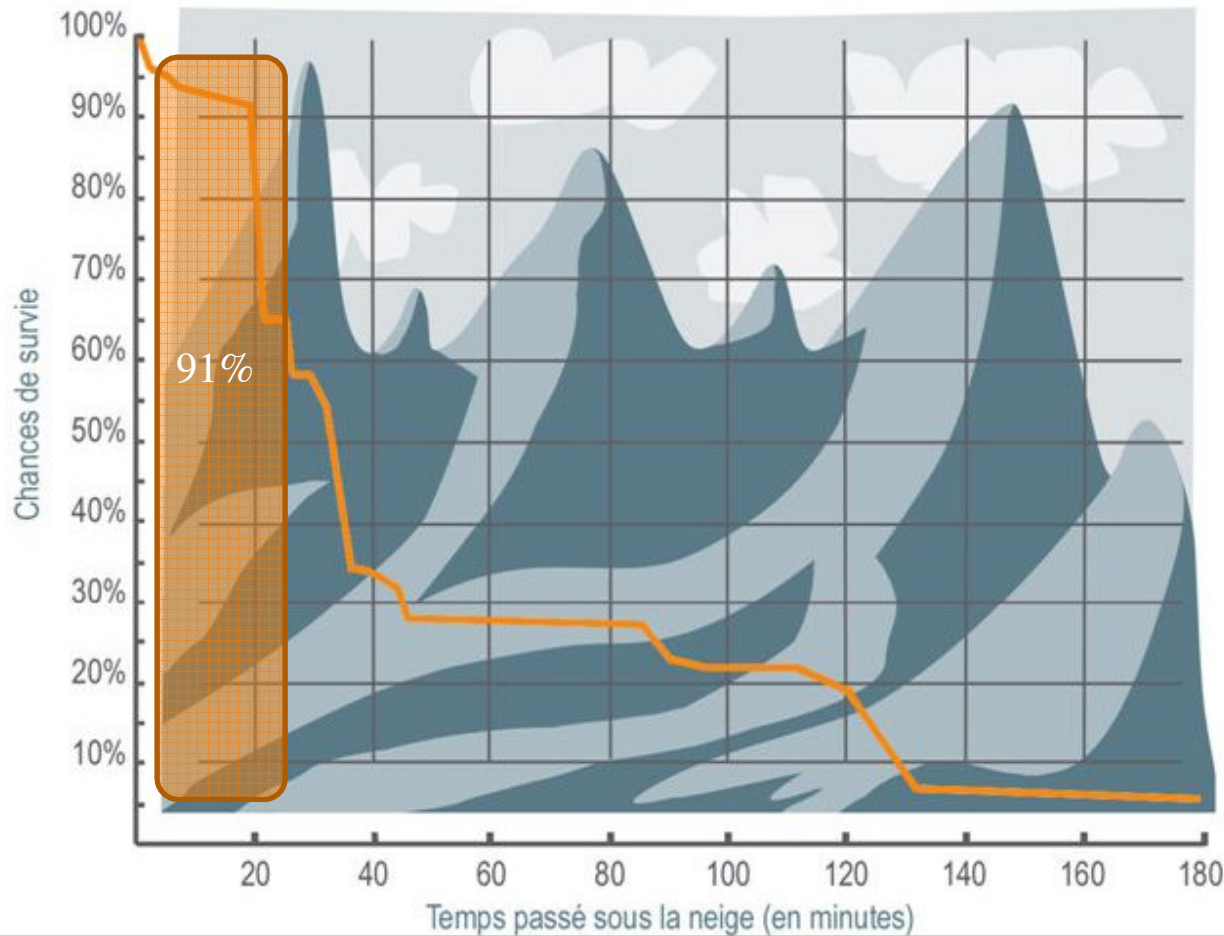
Survie en avalanches



Falk et Brugger
Nature 1994

Survie en avalanches

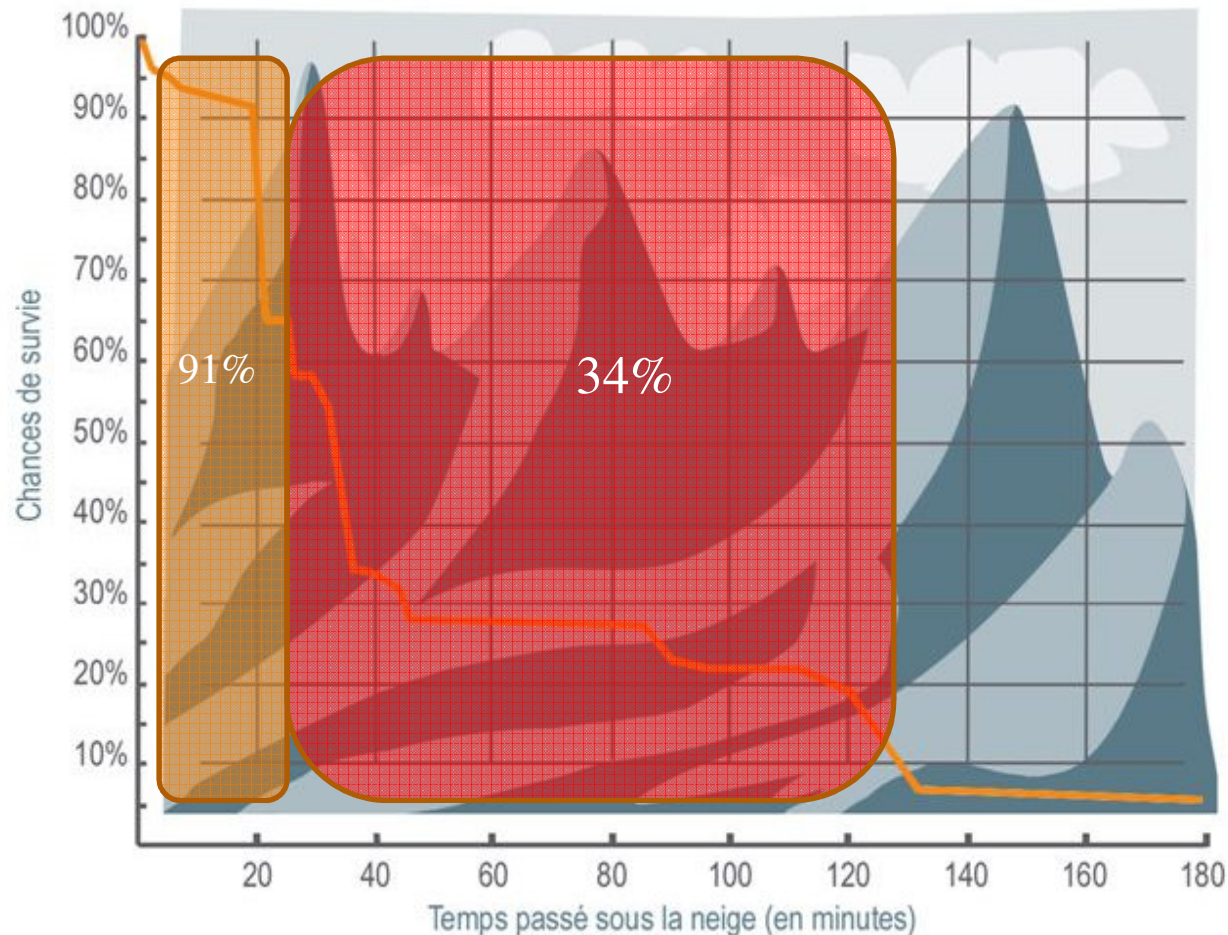
CAUCHY IFREMMONT
Analyse des différents systèmes de
sécurité en avalanche
La Léchère 2008



18 minutes :
91% de survie
*Victimes extraites
avant l'asphyxie*

Survie en avalanches

Brugger, Ressucitation 2001

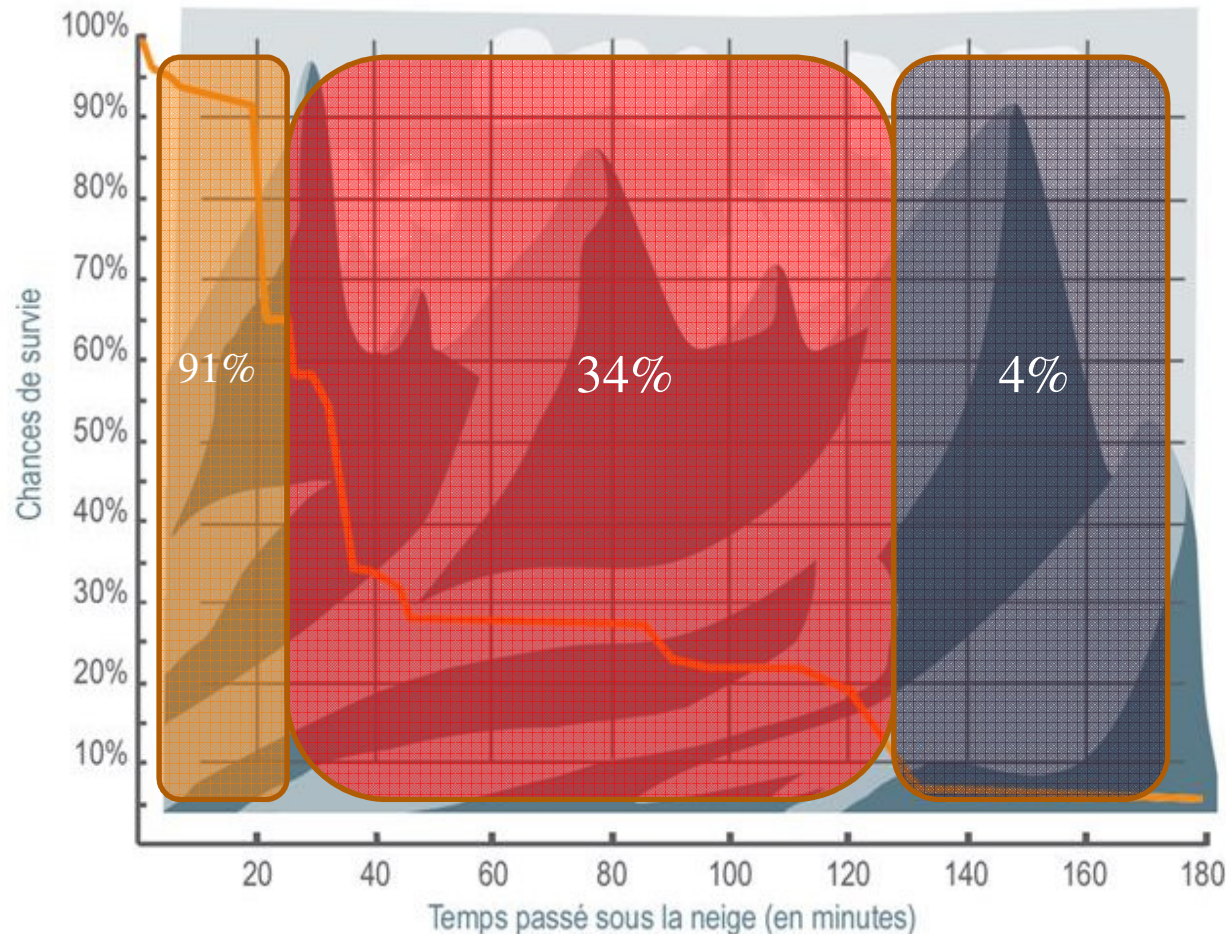


18 minutes :
91% de survie
*Victimes extraite
avant l'asphyxie*

35 minutes:
34% de survie
*Victimes bénéficiant
d'une poche d'air
suffisante pour tenir
un peu plus
longtemps*

Survie en avalanches

Brugger, Ressucitation 2001



18 minutes :
 91% de survie
Victimes extraite avant l'asphyxie

35 minutes:
 34% de survie
Victimes bénéficiant d'une poche d'air suffisante pour tenir un peu plus longtemps

120 minutes
 4% de survie
Victimes bénéficiant d'une cavité et d'une résistance à l'hypothermie

Survie en avalanches

Brugger, Ressuscitation 2001

CAUCHY IFREMMONT
 Analyse des différents systèmes de sécurité en avalanche
 La Léchère 2008

- Obstruction des voies aériennes supérieures
 - Théorie du « *snow plug* » responsable des asphyxies aiguës
 - (8% de décès par asphyxie dans les 15 premières minutes ?)

Asphyxie aiguë

(Stalsberg et al)

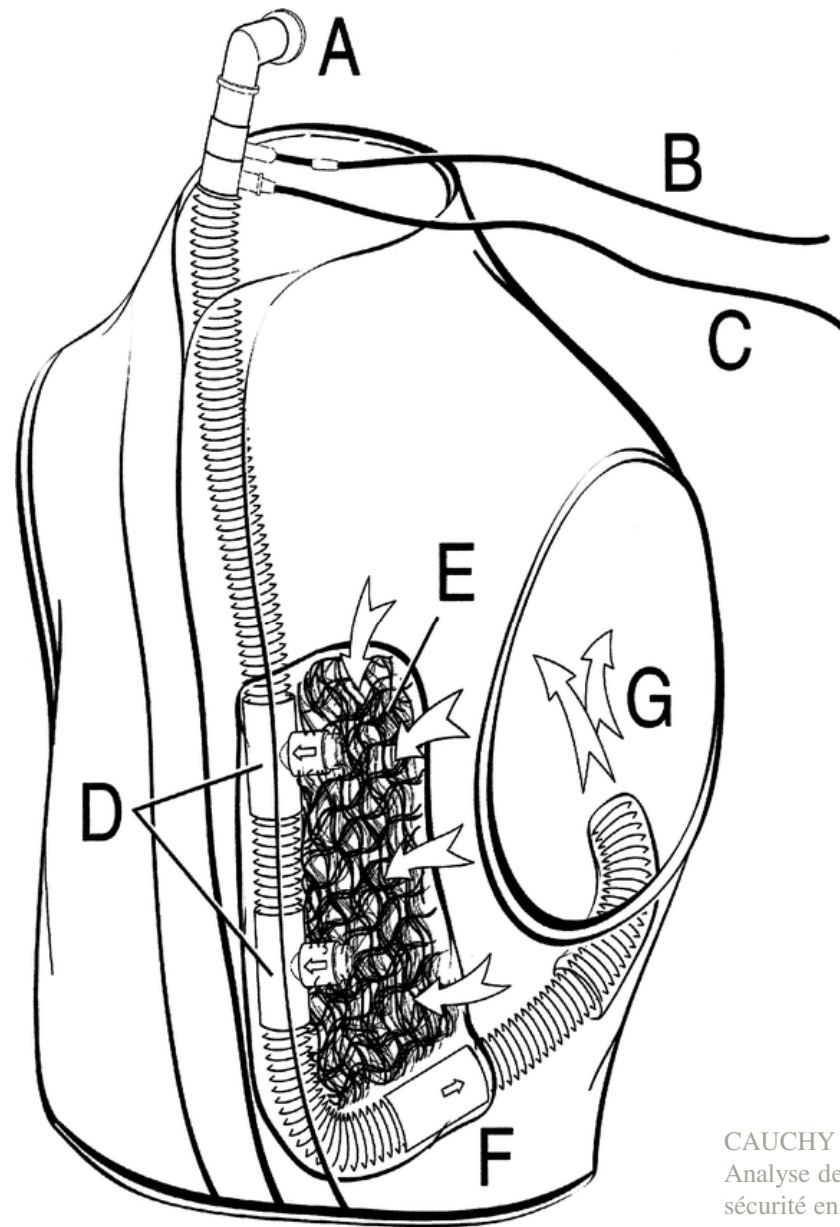
- Dépend de la taille de la poche d'air
- De la qualité de la neige
- Dépend de la compression thoracique
 - De la masse volumique
 - De la profondeur de l'avalanché
 - Des débris associés

Asphyxie progressive

CAUCHY IFREMMONT
Analyse des différents systèmes de
sécurité en avalanche
La Léchère 2008

- Le rôle de l'hypercapnie dans l'asphyxie progressive est bien démontré par Grissom et Radwin (Utah) JAMA 2000
 - Etude sur volontaires sains
 - Test du système « *Artificial air pocket device* » (Avalung) avec extraction de CO2 (Dr Crowley, Denver)
 - 58 minutes avec système contre 10 minutes sans système d'extraction
- Phénomène majoré par la formation de glace liée à l'expiration d'air chaud et humide

Asphyxie progressive



CAUCHY IFREMMONT
Analyse des différents systèmes de
sécurité en avalanche
La Léchère 2008

- Le triple H Syndrome: intercurrence
 - Hypoxie progressive
 - Hypercapnie
 - Hypothermie (diminuant les besoins en oxygène d'environ de 3 à 5% par degré centigrade en moins)

Asphyxie progressive

Avancées technologiques

CAUCHY IFREMMONT
Analyse des différents systèmes de
sécurité en avalanche
La Léchère 2008

- Information <http://www.meteorisk.com/>
- ABS Avalanche Airbag
- Avagear
- Snowpulse Avalanche Airbag

1° Eviter de se faire ensevelir !

<http://www.meteorisk.com/>

Un petit manuel intitulé "Attention avalanche !"

Le **NivoTest** est une sorte de petite règle à calcul de poche aidant à évaluer le risque avalanche pour un itinéraire donné.



ANENA : Association Nationale pour l'Etude de la Neige et des Avalanches, 15 rue E. Calvat, F-38000 GRENOBLE. <http://www.anena.org>

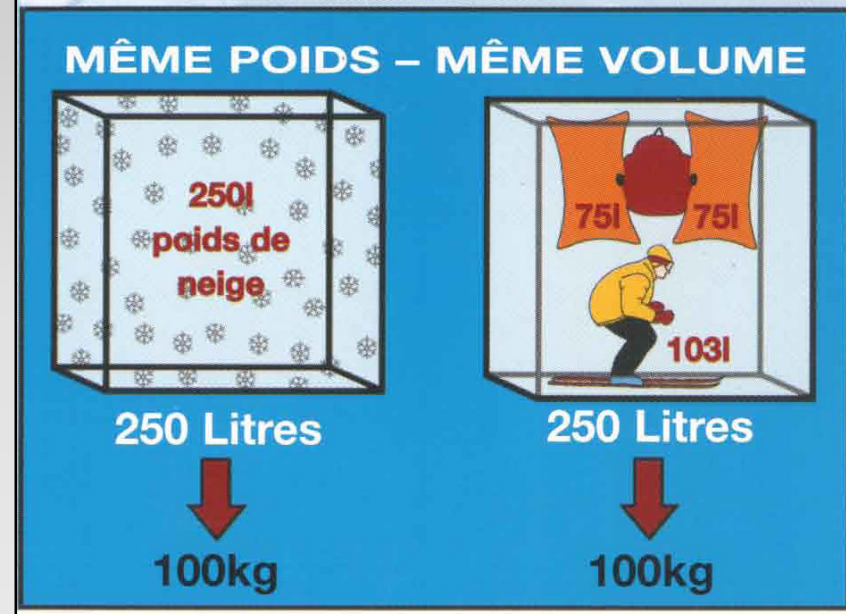
Joseph Hohenester « garde forestier »
1970 : premier ballon avalanche
Ruth Eigenmann 1970 : première veste gonflable

Deux facteurs sont requis:

Augmenter votre volume par un facteur minimal de 2,5 pour réduire en proportion le rapport poids/volume.

La loi physique de triage de particules dissociées dans la coulée de neige appelée «ségrégation inverse».

Votre poids volumique est de 1030 gr/l, le poids de neige sèche est de +/- 400 gr/l. Pour ne pas être enseveli, vous devez augmenter votre volume d'un facteur 2,5 . Pour un poids de 100 kg (poids total: corps + équipement) il faut donc une augmentation de votre volume de 150 litres d'air afin d'obtenir un volume total de 250 litres.



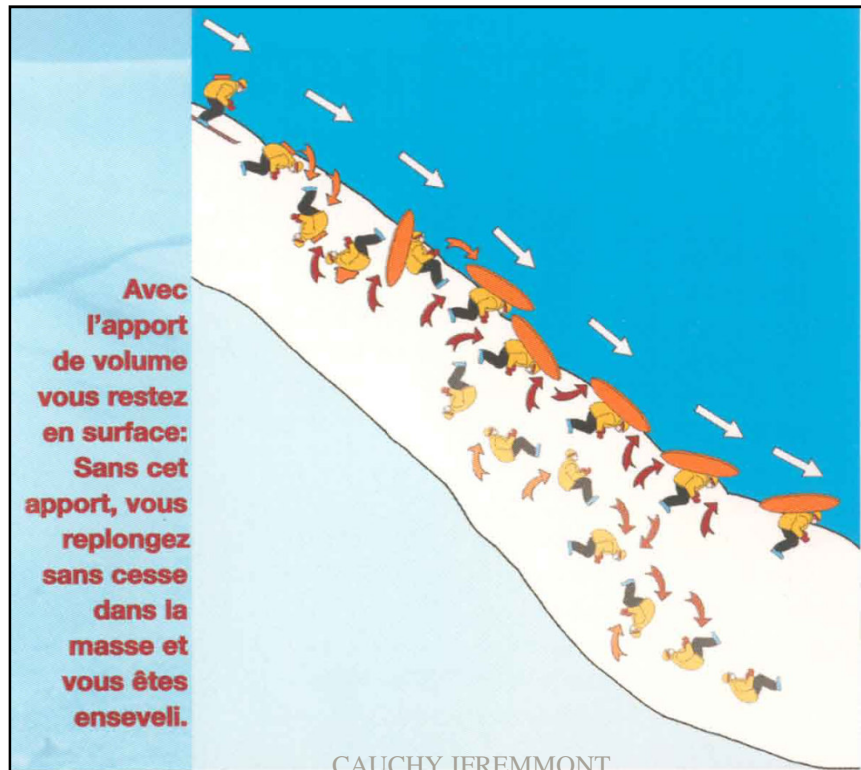
Principe de la ségrégation inverse

2.
**Ségrégation
inverse:**

L'avalanche coulante agit comme une matière granuleuse en mouvement rotatif. Les particules dissociées vous repoussent à la surface alors que la force rotative de l'avalanche vous emmène dans les profondeurs tant qu'il y a mouvement. Une fois l'avalanche à l'arrêt, vous rester coincé dans la rotation à l'endroit où s'arrête le mouvement .

Avec ABS-Airbag Système votre volume est augmenté en quelques secondes de 150 litres. Ce volume supplémentaire s'oppose au mouvement rotatif qui tente de vous emmener vers le fond de l'avalanche.

**VOUS FLOTTEZ
A LA
SURFACE !**



CAICHY IEREMMONT

Analyse des différents systèmes de
sécurité en avalanche
La Léchère 2008



ABS Avalanche Airbag

CAUCHY IFREMMONT
Analyse des différents systèmes de
sécurité en avalanche
La Léchère 2008



Avagear

CAUCHY IFREMMONT
Analyse des différents systèmes de
sécurité en avalanche
La Léchère 2008



Snowpulse Avalanche Airbag



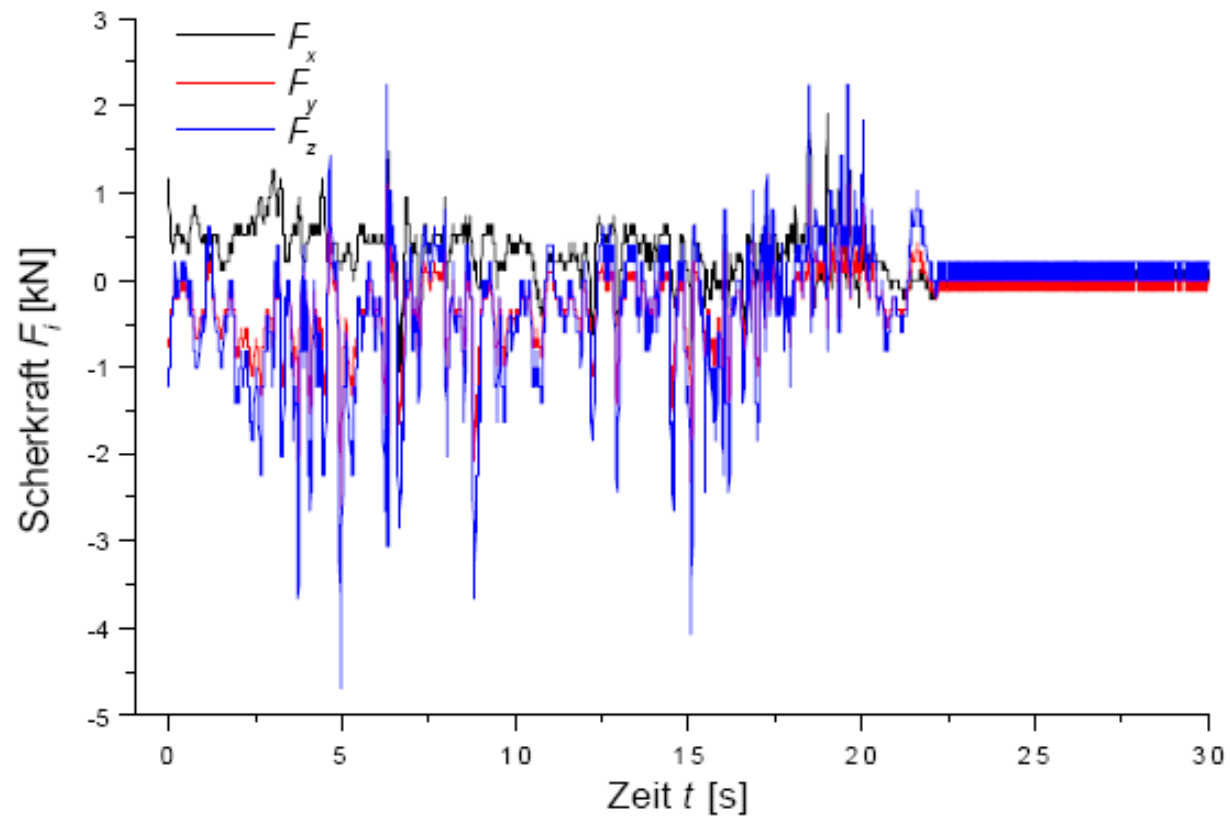
CAUCHY IFREMMONT
Analyse des différents systèmes de
sécurité en avalanche
La Léchère 2008



CAUCHY IFREMMONT
Analyse des différents systèmes de
sécurité en avalanche
La Léchère 2008

label	Dummy-type	Rescue device	Type of burial	Burial depth in cm
<u>1</u>	<u>CMC</u>	<u>ABS duales System</u>	gv (s)	50
<u>2</u>	<u>CMC</u>	<u>K2 avalanche ball</u>	gv	80
<u>3</u>	<u>CMC</u>	<u>ABS Monoairbag</u>	gv (s)	50
<u>4</u>	<u>CMC</u>	<u>K2 avalanche ball</u>	gv	25
<u>5</u>	<u>CMC</u>	<u>avagear Rettungsweste</u>	tv	0
<u>6</u>	<u>CMC</u>	<u>ABS Doppelairbag</u>	gv (s)	60
<u>7</u>	<u>CMC</u>	<u>avagear Rettungsweste</u>	tv	0
<u>8</u>	<u>CMC</u>	<u>keines</u>	gv	50
<u>9</u>	<u>CMC</u>	<u>keines</u>	gv	30
<u>10</u>	<u>CMC</u>	<u>keines</u>	tv	20
<u>11</u>	<u>CMC</u>	<u>keines</u>	gv	150
<u>12</u>	<u>CMC</u>	<u>ABS Doppelairbag</u>	nv	0
<u>13</u>	<u>Hybrid-III</u>	<u>avagear Rettungsweste</u>	tv	0

Martin Kern, Frank Tschirky†, Jürg Schweizer, test 2001



- Avalanche Ball et Flash avalanche
- Système ARVA
- Système RECCO
- Système ALVA
- Capteurs

2. Rester ensevelis le moins longtemps possible !

- Joseph Hohenester « garde forestier » 1970 : premier ballon avalanche



Avalanche ball

CAUCHY IFREMMONT
Analyse des différents systèmes de
sécurité en avalanche
La Léchère 2008

Autonomie et accessibilité :

Prêt à l'emploi, le système breveté FLASH-AVALANCHE n'utilise pas d'énergie, ne crée pas d'interférences, n'a pas besoin d'entretien particulier.

La localisation rapide de la victime est possible par tous grâce à la recherche visuelle et intuitive d'indices à la surface de l'avalanche.

Compact et léger (85 x 70 x 40 mm, 175 g)

le système FLASH-AVALANCHE est composé :

- d'une cartouche de 4 bobines de ruban de 10 mètres de long (polyester tissé, largeur 15 mm, rouge)
- d'une tirette de déclenchement.
- d'une poche (néoprène) qui maintient et protège la cartouche.
- d'un bracelet (sangle polyester) avec boucle de serrage pour la mise en place sur l'avant bras.



Mise en place :

Le système FLASH-AVALANCHE se place sur le poignet par dessus les vêtements (ou le gant) de sorte que la tirette de déclenchement soit accessible au dessus de la main.

Le maintien en place du système FLASH-AVALANCHE au niveau du poignet sera assuré par un serrage correct de la sangle.

<<< Voir l'animation



Simplicité ...

Au moment de l'avalanche, en un mouvement, le déclenchement du système FLASH-AVALANCHE entraîne instantanément le déroulement de 4 bobes de 10 mètres de rubans dont une extrémité reste à la victime.

Légers et résistants, les 4 rubans se dispersent à proximité de la victime et augmentent ainsi considérablement les possibilités de la recherche visuellement.

Pour localiser précisément la victime il faut remonter long des rubans au maximum puis utiliser une sonde ou une pelle pour rapidement la dégager.
<<< Voir l'animation

En fonction des conditions météo, d'enneigement et de relief la visibilité des rubans peut être variable

...et complémentarité :

Pour les utilisateurs de Détecteurs de Victimes d'Avalanche (DVA ou ARVA) le système FLASH-AVALANCHE peut apporter une aide visuelle décisive :

Gain d'énergie et de temps dans les cas de zone de recherche très étendue ou difficile d'accès, de victimes multiples, de piles déchargées... à la situation de stress s'ajoute la procédure de recherche pas toujours bien maîtrisée par les compagnons : **45% des personnes décédées dans une avalanche avaient un DVA allumé!**

En augmentant les moyens de localisation, on augmente les chances de survie.

Sans indice visuel à la surface d'une avalanche, les DVA, sondes et pelles restent indispensables pour localiser une victime.

Comparaison des différents détecteurs de victimes d'avalanches actuellement sur le marché



Pulse Barryvox Mammut	Barryvox 2000 Pro	Barryvox Mammut Opto 3000	Tracker DTS Backcountry Access	Pieps DSP	Ortovox D3	Ortovox X1	Ortovox M2	Ortovox F1 Focus	Ortovox S1	Arva ADvanced	Arva
457 kHz	457 kHz	457 kHz	457 kHz	457 kHz	457 kHz	457 kHz	457 kHz	457 kHz	457 kHz	457 kHz	457 kHz
Analogique et numérique	Analogique	Analogique et numérique	Numérique	Numérique	Numérique	Analogique et numérique	Analogique et numérique	Analogique	Analogique et par senseur	Analogique et numérique	Analogique et numérique
50 m	75 m	40 m	20 m	50 m		35 m	40 m	40 m	30 m	40 m	40 m
60 m (90 m en mode analogique)	120 m (180 m avec antenne externe en option)	60 m	50 m	60 m	70 m	80 m	80 m	80 m	60 m	65 m	60 m
E: 200 h min. R: 20 h	E: 500 h R: 20 h	E: 300 h	E: 250 h R: 50 h	E: 300 h	E: 300 h R: 40 h	E: 300 h R: 40 h	E: 300 h R: 40 h	E: 350 h R: 40 h	E: 350 h R: 20 h	E: 250 h R: 50 h	E: 250 h R: 50 h
3 antennes	1 antenne	2 antennes	2 antennes	3 antennes	3 antennes	2 antennes	1 antenne	1 antenne	Données très approximatives: cet appareil n'étant toujours pas disponible sur le marché	2 antennes	1 antenne
En mètres	Non	En mètres	En mètres	En mètres	En mètres	En mètres	En mètres + barrettes	Par la couleur des diodes		En mètres	En mètres
1 flèche pivotant à 360° sur l'écran	Non	5 flèches sur l'écran	5 diodes	5 flèches sur l'écran	3 diodes	3 diodes	Confirmation par la pointe de la flèche	Diodes		5 diodes	5 diodes
Oui, jusqu'à 7 séparément, avec marquage des victimes trouvées.	Non (mais signaux distincts)	Oui	Oui	Oui	Oui	Non (mais signaux distincts)	Recherche multi-victimes par isolation du signal	Non (mais signaux distincts)	Oui	Oui	Oui
Détection et transmission des données vitales	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
210 g (y.c. piles)	295 g (y.c. piles)	170 g (y.c. piles)	363 g (y.c. piles)	198 g	247 g	247 g (y.c. piles)	235 g (y.c. piles)	230 g (y.c. piles)		220 g	220 g
113 x 75 x 27	132 x 75 x 24	108 x 68 x 25	140 x 80 x 30	116 x 75 x 27	130 x 80 x 25	130 x 80 x 20	145 x 62 x 25	130 x 80 x 20	123 x 80 x 32	135 x 80 x 25	135 x 80 x 25
3 piles AAA	2 piles AA	3 piles AAA	3 piles AAA	3 piles AAA	2 piles AA	2 piles AA	2 piles AA	2 piles AA	3 piles AAA	4 piles AAA	4 piles AAA
529 CHF 329 €	350 CHF 235 €	479 CHF 289 €	419 CHF 289 €	515 CHF 300 €		460 CHF 299 €		239 €	770 CHF ? 489 € ?	439 CHF 229 €	439 CHF 229 €

Nombre d'antenne (1 à 3 antennes)

Numérique ou analogique

Adaptation au fréquence différence (457kHz)

Capacité à sélectionner plusieurs victimes

Prix

Poids

Ergonomie

ARVA

CAUCHY IFREMMONT
Analyse des différents systèmes de sécurité en avalanche
La Léchère 2008

Comparaison des différents détecteurs de victimes d'avalanches actuellement sur le marché

ALP *didact*

Informations
fournies par les
producteurs,
sans garantie



Modèle	Pulse Barryvox Mammut	Barryvox 2000 Pro	Barryvox Mammut Opto 3000	Tracker DTS Backcountry Access	Pieps DSP	Ortovox D3	Ortovox X1	Ortovox M2	Ortovox F1 Focus	Ortovox S1	Arva ADvanced	Arva Evolution+
Fréquence	457 kHz	457 kHz	457 kHz	457 kHz	457 kHz	457 kHz	457 kHz	457 kHz	457 kHz	457 kHz	457 kHz	457 kHz
Modes	Analogique et numérique	Analogique	Analogique et numérique	Numérique	Numérique	Numérique	Analogique et numérique	Analogique et numérique	Analogique	Analogique et par senseur	Analogique et numérique	Analogique et numérique
Bande de recherche	50 m	75 m	40 m	20 m	50 m		35 m	40 m	40 m	30 m	40 m	40 m
Distance maximale	60 m (90 m en mode analogique)	120 m (180 m avec antenne externe en option)	60 m	50 m	60 m	70 m	80 m	80 m	80 m	60 m	65 m	60 m
Autonomie E = Emission R = Recherche	E: 200 h min.	E: 500 h R: 20 h	E: 300 h	E: 250 h R: 50 h	E: 300 h	E: 300 h R: 40 h	E: 300 h R: 40 h	E: 300 h R: 40 h	E: 350 h R: 40 h	E: 350 h R: 20 h	E: 250 h R: 50 h	E: 250 h
Antenne	3 antennes	1 antenne	2 antennes	2 antennes	3 antennes	3 antennes	2 antennes	1 antenne	1 antenne		2 antennes	1 antenne
Indication de la distance	En mètres	Non	En mètres	En mètres	En mètres	En mètres	En mètres	En mètres + barrettes	Par la couleur des diodes		En mètres	En mètres
Indication de la direction	1 flèche pivotant à 360° sur l'écran	Non	5 flèches sur l'écran	5 diodes	5 flèches sur l'écran	3 diodes	3 diodes	Confirmation par la pointe de la flèche	Diodes	Données très approximatives: cet appareil n'étant toujours pas disponible sur le marché	5 diodes	5 diodes
Indication multi-victimes	Oui, jusqu'à 7 séparément, avec marquage des victimes trouvées.	Non (mais signaux distincts)	Oui	Oui	Oui	Oui	Non (mais signaux distincts)	Recherche multi-victimes par isolation du signal	Non (mais signaux distincts)		Oui	Oui
Informations sur l'état de la victime	Détection et transmission des données vitales	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
Poids en g	210 g (y.c. piles)	295 g (y.c. piles)	170 g (y.c. piles)	363 g (y.c. piles)	198 g	247 g	247 g (y.c. piles)	235 g (y.c. piles)	230 g (y.c. piles)		220 g	220 g
Dimensions	113 x 75 x 27	132 x 75 x 24	108 x 68 x 25	140 x 80 x 30	116 x 75 x 27	130 x 80 x 25	130 x 80 x 20	145 x 62 x 25	130 x 80 x 20	123 x 80 x 32	135 x 80 x 25	135 x 80 x 30
Piles	3 piles AAA	2 piles AA	3 piles AAA	3 piles AAA	3 piles AAA	2 piles AA	2 piles AA	2 piles AA	2 piles AA	3 piles AAA	4 piles AAA	4 piles AAA
Prix CHF Indicatifs €	529 CHF 329 €	350 CHF 235 €	479 CHF 289 €	419 CHF 289 €	515 CHF 300 €		460 CHF 299 €		239 €	770 CHF ? 489 € ?	439 CHF 229 €	403 CHF 229 €

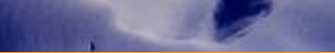
- *Atkins* (Avalanche Review) 1998.
 - Etude pour évaluer la différence d'efficacité entre secouristes entraînés à l'utilisation d'ARVA et compagnons de route néophytes (n: 60)
 - 77% plus rapide
 - 60% de victimes retrouvée vivantes contre 32% chez les néophytes

- *
- Fonctionne en binôme avec une pastille fixée sur un vêtement ou une chaussure (développé par l'armée canadienne seconde guerre mondiale)
 - Émetteur (pastille)
 - Récepteur (poêle à frire)
 - Auto secours impossible
 - Réservé au pistes



Recco

CAUCHY IFREMMONT
Analyse des différents systèmes de
sécurité en avalanche
La Léchère 2008



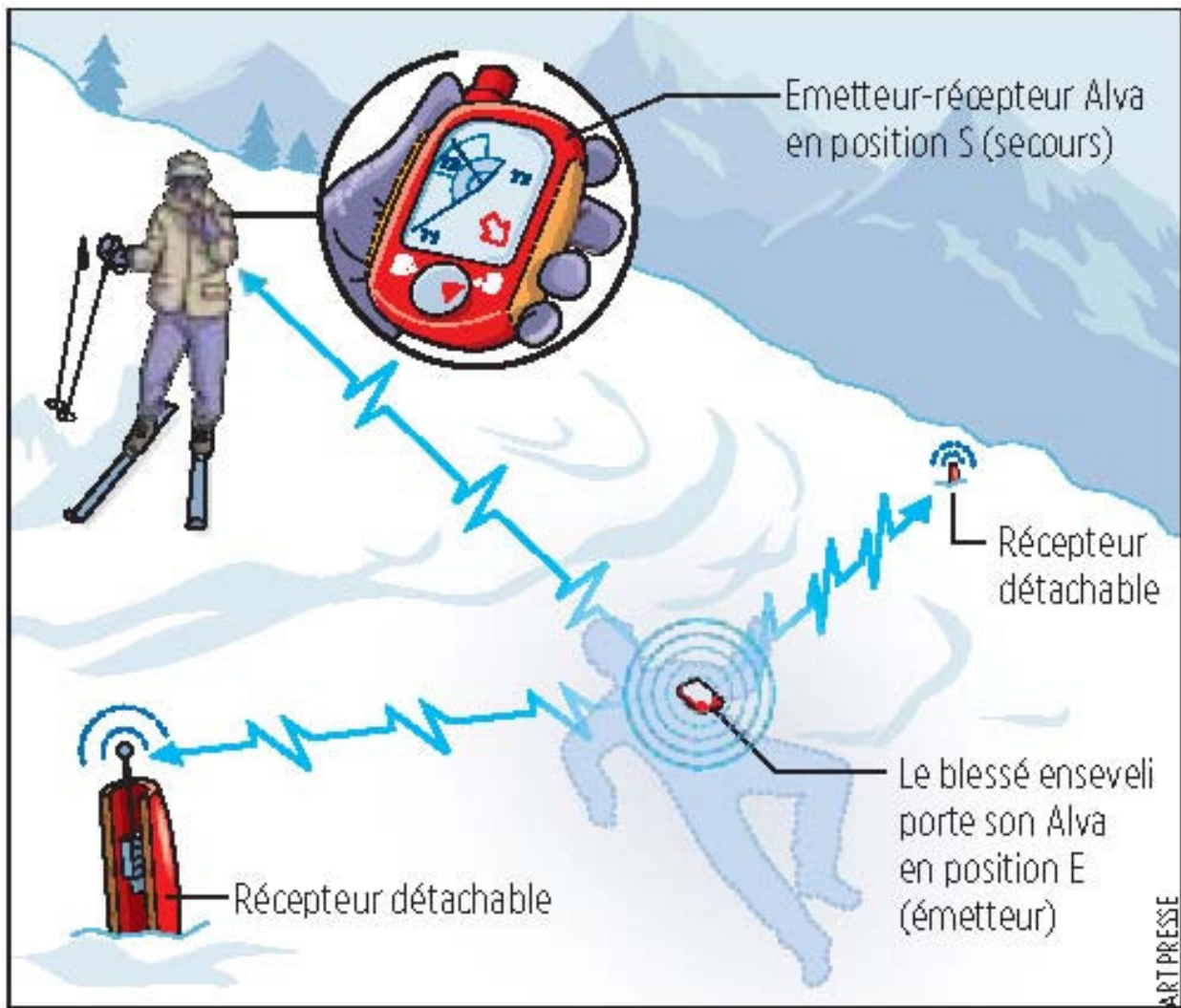
- **Utilise une ULB (Ultra Large Band)**

(Leti) Laboratoire d'électronique et des technologies de l'information du CEA

- Emet un train d'impulsions électromagnétiques au lieu d'une seule onde continue de fréquence fixe
- Consomme peu d'énergie
- Franchit obstacles durs
- Achemine 20 fois plus d'info qu'une liaison WIFI classique (utilisation de capteurs)
- Peut transmettre des données numériques
- Calcule des distances avec précision

ALVA

CAUCHY IFREMMONT
Analyse des différents systèmes de
sécurité en avalanche
La Léchère 2008



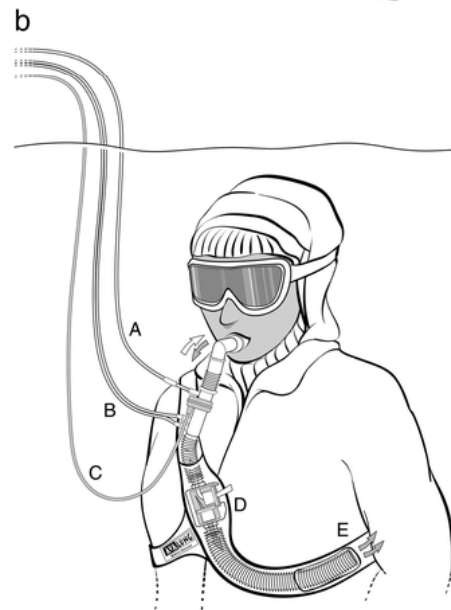
CAUCHY IFREMMONT
 Analyse des différents systèmes de
 sécurité en avalanche
 La Léchère 2008

- *Michahelles, Computing Department, Lancaster University*
 - *Conception d'un prototype capable de transmettre des informations sur l'état de la victime*
 - *Oxymétrie*
 - *Pulsation cardiaque*
 - *Positionnement*
 - *Mouvement respiratoire*

Capteurs vitaux

- Avalung
- MIKEST

3. Tenir le plus longtemps possible sous la neige!



CAUCHY IFREMMONT
Analyse des différents systèmes de
sécurité en avalanche
La Léchère 2008

www.mikest.net

NEW! snow avalanche aid system



- water resistant
- two precision sensors*
- long life battery
CR 2032 lithium
battery (3-5years)**
- ultrabright leds
- with sound alarm
- very low weight
(about 75 gr.)
- electronic sensors
free of mercury

MIKEST is detected by
RECCO
RESCUE SYSTEM

MIKEST

www.mikest.net patented system



1

2

3

O.K.
GREEN
15° sensor 2
30°
180° RED sensor 1

O.k.

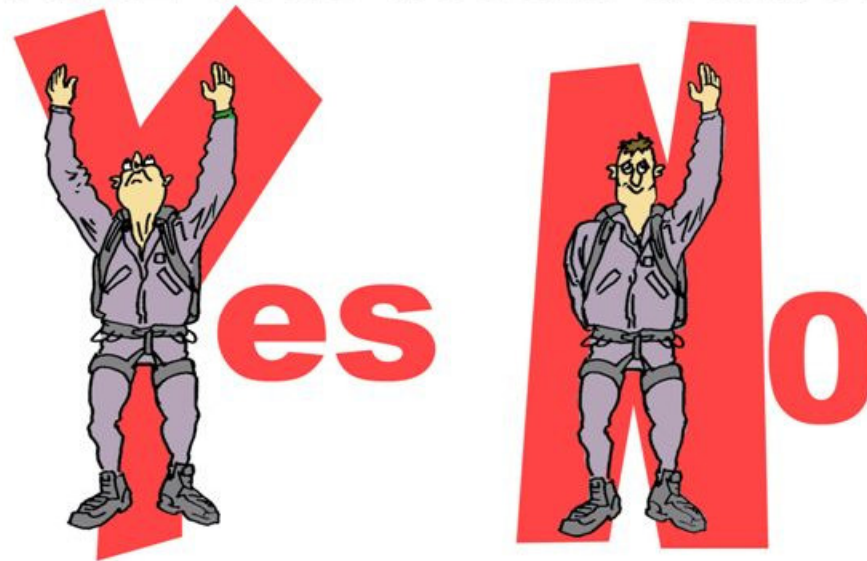
MIKEST YES
MIKEST NO

CO₂ O₂

MIKEST

CAUCHY IFREMMONT
Analyse des différents systèmes de
sécurité en avalanche
La Léchère 2008

Avez vous besoin d'aide?



www.ifremmont.com



www.ifremmont.com
ifremmont

INSTITUT DE FORMATION ET DE RECHERCHE
EN MEDECINE DE MONTAGNE