



Introduction

On désigne par le terme jumelles un dispositif optique binoculaire grossissant destiné à l'observation d'objets à distance, constitué de deux lunettes symétriques montées en parallèle.

L'intérêt par rapport à une lunette simple est que les jumelles permettent, dans une certaine mesure, de conserver la vision stéréoscopique.

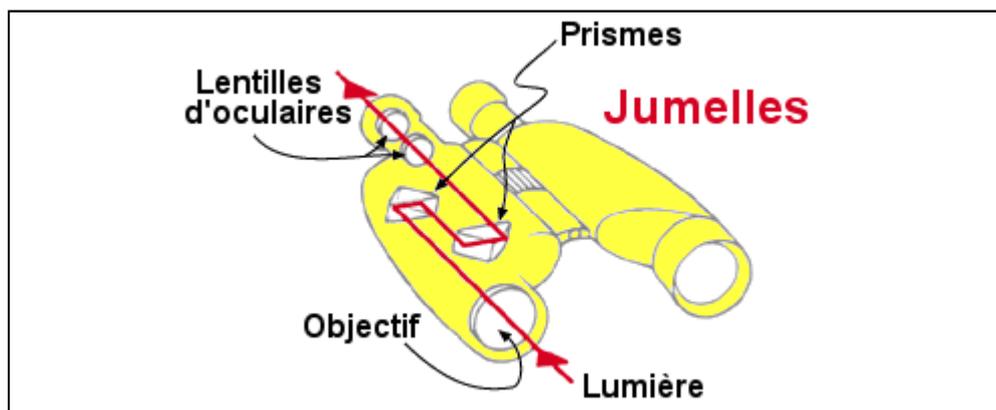


Les jumelles sont l'accessoire indispensable aux sauveteurs du Léman. Elles apportent une efficacité, un confort et une sécurité supplémentaire lors des recherches durant les interventions.



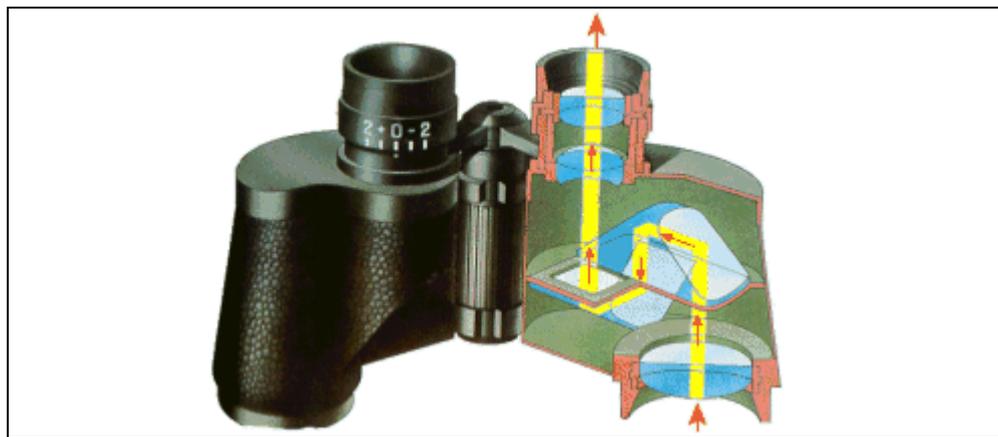
Principe

La lumière entre dans le système optique par une loupe d'entrée (l'objectif), à l'extrémité de chaque tube. Cette image est transmise par les prismes qui permettent de réduire la distance entre l'objectif et l'oculaire, puis observée avec une seconde loupe puissante : l'oculaire.



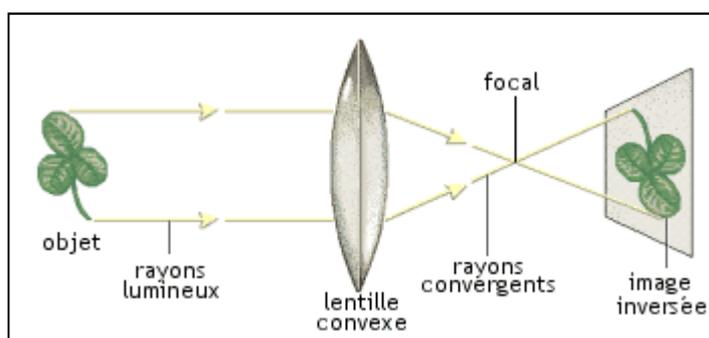
Les tubes sont joints et couissent par rapport à la structure des jumelles, permettant le réglage de la distance focale. L'écartement entre les axes optiques des tubes étant plus grand que celui entre les yeux, un jeu de miroirs ou de prismes permet de réduire l'entre axe en sortie.

Des lentilles supplémentaires indépendantes permettent d'ajuster la définition de l'image pour chaque oeil.



Principe optique des jumelles

La majorité des jumelles vendues de nos jours sont équipées d'objectifs et d'oculaires constitués de lentilles convexes.

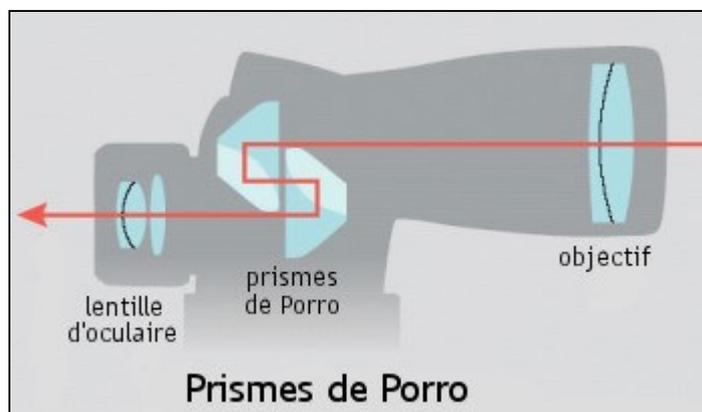


L'image inversée est redressée à l'aide de prismes situés dans le trajet optique. Deux types de jumelles à prismes existent:

- prismes de Porro
- prismes en toit

Les jumelles à prisme de Porro

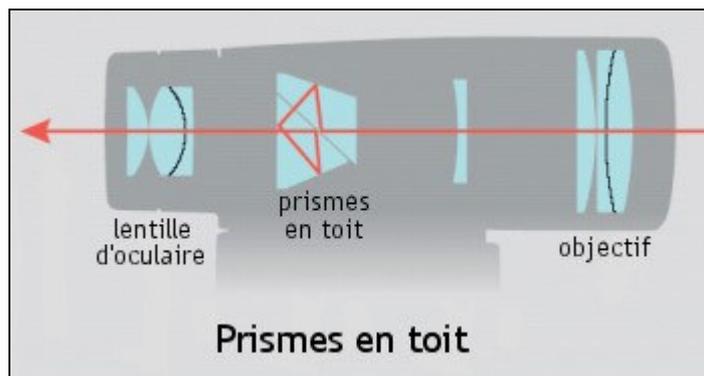
C'est l'assemblage le plus courant. Il est constitué d'un système fiable et simple, inventé par l'italien Ignazio Porro au XIX^{ème} siècle : 2 jeux de prismes se faisant face, qui permettent d'augmenter la longueur focale à encombrement constant.



Il existe deux formes La forme européenne dite "Z": les fûts porteurs des objectifs sont visé sur le corps. La forme américaine dite "B": le corps de chaque jumelle est monobloc. La solidité est renforcée.

Les jumelles à prismes en toit (ou dach, toit en allemand)

C'est un système plus récent qui permet la transmission de la lumière de manière quasi-linéaire. Le volume de l'instrument est donc réduit et plus maniable, mais le coût de construction est plus élevé. Utilisant un système d'une fabrication et d'un montage plus délicat, système qui à l'avantage d'être plus compact et d'une meilleure transmission lumineuse et linéaire.



La différence principale entre les jumelles à prismes de Porro et les jumelles à prismes en toit se situe essentiellement par l'emplacement des prismes dans les cages à prismes et par conséquent par la forme de la paire de jumelle (type "D"). Une autre différence importante se situe au niveau du dispositif de mise au point. Sur les modèles à prismes de Porro, celui-ci est externe et la mise au point se fait par le déplacement des oculaires dans l'axe optique. Sur les jumelles à prismes en toit, ce dispositif est différent par le fait que les oculaires ne se déplacent pas. Il s'agit d'un déplacement d'un groupe de lentilles situées à l'intérieur du corps de la jumelle. Ce système permet donc de réaliser la mise au point sans faire appel à un déplacement externe. Cela confère à ces jumelles une plus grande étanchéité, ainsi qu'un encombrement plus réduit.

Caractéristiques optiques

Trois paramètres sont particulièrement importants dans les caractéristiques d'une paire de jumelles :

- | |
|-----------------------------|
| - le grossissement |
| - le diamètre des objectifs |
| - le champ |

Le grossissement :

Le grossissement correspond au rapport entre la taille d'un objet observé à l'œil nu et celle d'un objet observé avec des jumelles.

C'est le premier chiffre des dénominations 4x21, 8x25, 8x50, 10x30 etc, qui caractérise le degré de rapprochement apparent du sujet d'observation. Par exemple, un objet observé avec des jumelles à grossissement 10x semblera 10 fois plus grand qu'à l'œil nu. Plus concrètement, cela revient à dire qu'avec des jumelles, un objet situé à 100 m semblera se trouver à 10 m de distance.



Pour les grossissements au-delà de 10 fois, l'objet observé n'apparaît pas clairement à cause de l'instabilité des jumelles (dû à un léger tremblement des mains); il faut les mettre sur un trépied.

Le diamètre de l'objectif :

Le 2ème chiffre des dénominations 8x**25**, 8x**42**, 12X**50**, 16x**50** etc, caractérise le diamètre de l'objectif exprimé en millimètres. En général, plus l'objectif est grand, plus il y a de lumière recueillie et par conséquent, plus l'image est lumineuse. L'inconvénient d'un grand objectif est qu'il rend les jumelles plus lourdes.



Le champ de vision (Field en anglais) :

Les fabricants expriment souvent le champ des jumelles en un nombre de mètres à 1000 mètres.

Par exemple, un champ de 123 m à 1000 m.

On l'exprime aussi en degrés (angle de visée), ainsi le champ de 123 m correspond à un champ visuel de 7 degrés.

Le rapport entre mètres à 1000 mètres et degrés est constant : $1^\circ = 17,4 \text{ m}$.

- **Champ visuel réel**

Il s'agit du champ angulaire observé et calculé à partir du centre des objectifs des jumelles, il est donné par le constructeur en degrés (par exemple $3,5^\circ$).

Plus le grossissement est faible, plus le champ visuel réel est large, et inversement, un grossissement plus fort donne un champ visuel plus étroit.

Par conséquent, les champs visuels réels de jumelles à grossissement différent ne sont pas comparables.



- **Champ visuel apparent**

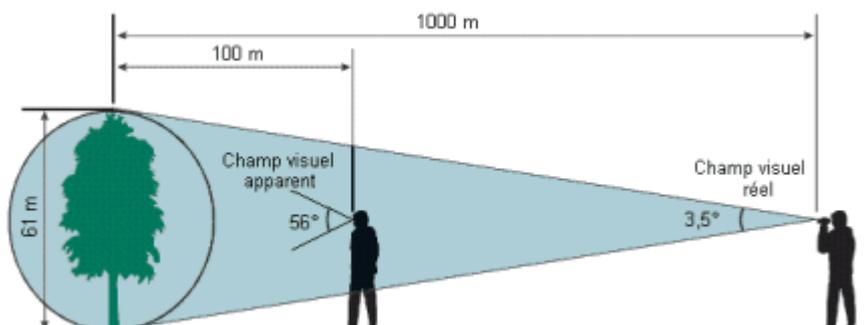
Le champ visuel apparent s'obtient en multipliant le champ visuel réel par le grossissement.

Par exemple, si des jumelles à grossissement 16x ont un champ visuel réel de $3,5^\circ$, leur champ visuel apparent est de 56° .

Cette valeur correspond au champ visuel effectivement observable dans les jumelles et peut être comparée d'une paire de jumelles à l'autre, même si leurs grossissements sont différents.

Il existe des jumelles avec un champ de vision supérieur; elles sont dites grand angle lorsque le produit (**grossissement x degrés**) est supérieur à 64.

Par exemple, des 10x50 de 7° donnent ($10 \times 7 = 70$) : ces jumelles sont dites "grand champ" ou "wide angle" en anglais. Elles permettent d'observer une plus grande largeur de paysage sans perte de grossissement.



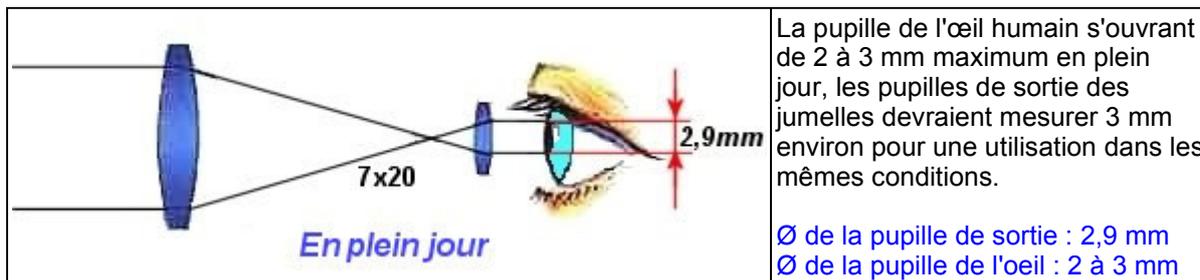
Caractéristiques optiques

Le diamètre de la pupille de sortie :

Aussi appelé cercle oculaire, c'est le point lumineux rond que l'on observe lorsque l'on tient les jumelles à bout de bras et qui représente le diamètre en millimètres de l'image de l'objectif donnée par l'oculaire.

Il est défini par le rapport : "diamètre des objectifs divisé par le grossissement".

L'idéal est que ce diamètre soit égal à celui de la pupille de l'œil. Par exemple sur une jumelle 7x50, le diamètre de la pupille de sortie sera de : $50 \div 7 = 7,1$ mm.

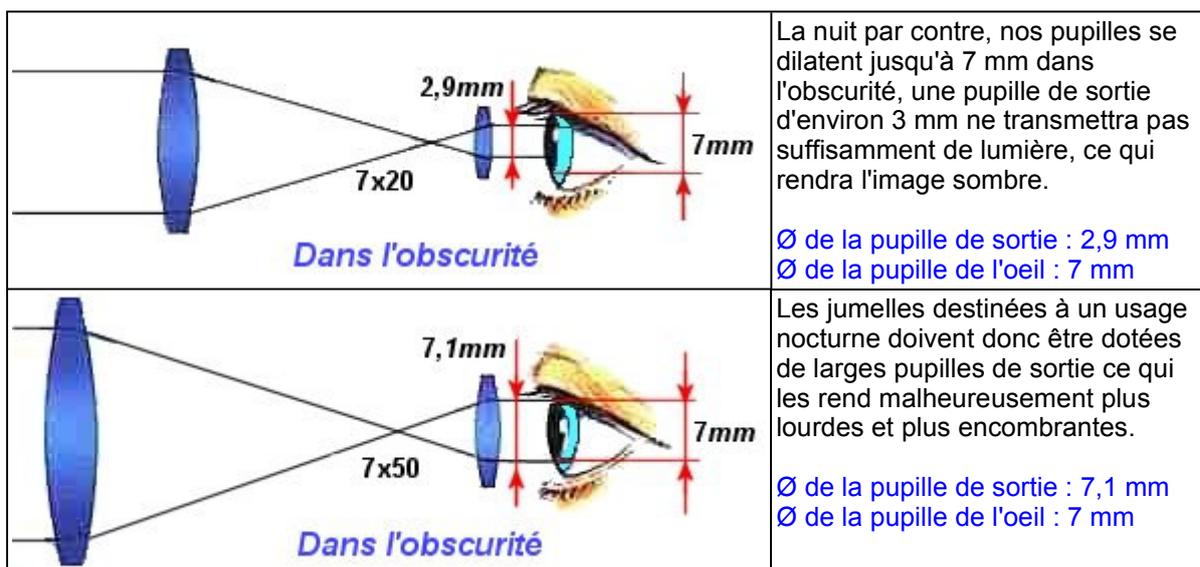


De nuit, les pupilles se dilatent afin de permettre de mieux voir. Il faut cependant un bon quart d'heure pour que les yeux soient dilatés au maximum.

Cette dilatation des pupilles devient de plus en plus difficile avec l'âge, la pupille étant moins souple.

Après 15 minutes dans l'obscurité :

Âge	Ø de la pupille
> 30 ans	6 à 7 mm
30 à 50 ans	5 à 6 mm
< 50 ans	4 à 5 mm



Distorsion des prismes :

La conception des prismes peut affecter la qualité de la pupille de sortie. En regardant la pupille de sortie à la surface de l'oculaire et en la pointant vers une source lumineuse d'une distance de 40 à 50 cm, on vérifiera si elle est parfaitement circulaire.



Certaines jumelles disponibles sur le marché ont une pupille de sortie imparfaitement circulaire à cause du matériau du prisme de mauvaise qualité. Cela produit une pupille de sortie avec les bords ombragés, se traduisant par une luminosité réduite de l'image. Il va sans dire que les pupilles de sortie des jumelles de bonnes qualités sont toutes parfaitement circulaires et nettes.

La luminosité relative :

Ou indice crépusculaire, ce chiffre indique la qualité optique d'une jumelle par mauvaise luminosité. Il s'obtient par la racine carrée du produit du "diamètre de l'objectif et du grossissement".

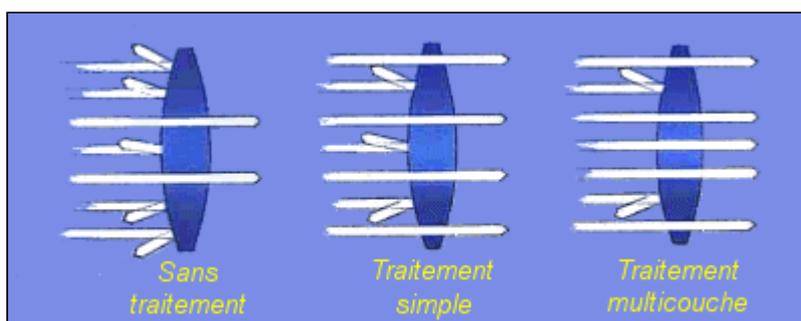
Par exemple pour une paire de jumelles 8x30 :

$$\sqrt{(30 \times 8)} = \sqrt{240} = 15.49$$

Les jumelles qui conviennent le mieux à l'observation nocturne sont celles dont la luminosité égale ou dépasse 49.

Traitement optique :

Un verre normal ne transmet au mieux que 80% de la lumière. Le reste est réfléchi par les nombreuses surfaces optiques traversées. Un traitement antireflet des surfaces optiques, au fluorure de magnésium, augmente la transmission lumineuse, diminue les irisations parasites, améliore le contraste et la netteté de l'image.



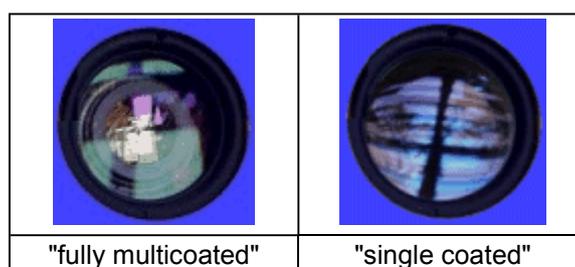
L'importance de ces traitements est capitale.

- Coated ou single-coated : une seule surface air-verre est enduite d'une seule couche de matériau anti-réflexion
- Fully coated : toutes les surfaces air-verre sont enduites d'une seule couche anti-réflexion
- Multicoated : au moins une surface air-verre est enduite d'un revêtement multicouche, les autres surfaces sont soit enduites d'une seule couche anti-réflexion soit tout simplement non traitées
- Fully multicoated : toutes les surfaces air-verre sont enduites d'un revêtement multicouche

Un revêtement multicouche complet ("fully multicoated" et non simplement "multicoated") réduit significativement les reflets parasites internes et permet d'obtenir une image plus nette et plus contrastée.

En regardant de près la surface d'un oculaire "fully multicoated" (sans le démonter) on doit percevoir une réflexion vert foncée ou pourpre.

Les optiques présentant des reflets bleus-ambres pour (single coated) ou verts-pourpres pour (multicoated).



Si le reflet présente la même couleur que la lumière incidente cela signifie que la lentille n'est pas traitée.

Qualité des verres :

Il existe deux qualités de verre :

- | |
|---|
| - BK7 (bas de gamme) 60% de lumière transmise |
| - Baryum BAK4 (haut de gamme) 95% de lumière transmise |

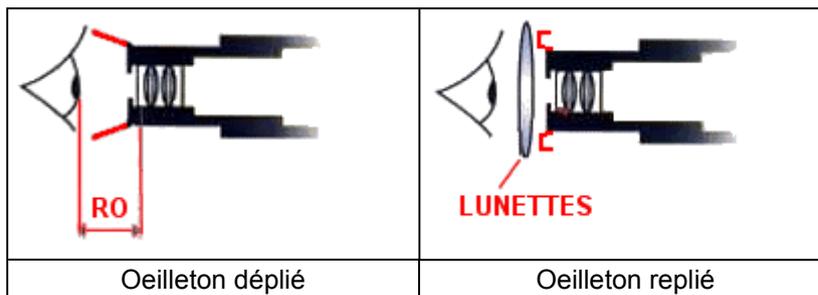
BK7 (borosilicate) est la qualité standard des verres de jumelles. Ceux-ci sont moins chers à fabriquer et donc sont plus utilisés pour les jumelles d'entrée de gamme.

Les verres **BAK4** (sulfate de baryum) sont extrêmement clairs et transparents et sont considérés comme présentant le meilleur niveau de qualité sur le marché. La qualité **BAK4** est le résultat d'un procédé de fabrication très compliqué et très long.

Dégagement oculaire :

Aussi appelé "relief de l'oeil" (RO), il s'agit de la distance entre l'oeil et la première lentille de l'oculaire. Un dégagement oculaire optimal se trouve habituellement entre 10 mm et 22 mm de la lentille oculaire. La plage de 10 mm à 15 mm produit la meilleure qualité d'image. Cette distance est donnée par l'oeilleton, un anneau en caoutchouc repliable, ou rigide et rétractable, fixé à l'oculaire et sur lequel on appuie l'oeil pour plus de confort.

Il en existe trois types: en caoutchouc se repliant et en plastique se rabaisant par glissement ou par pivotement.



Les porteurs de lunettes ont besoin d'un dégagement oculaire d'au moins 13 mm pour compenser la distance supplémentaire entre leurs yeux et les jumelles. Ils rabaisseront les œilletons, à défaut de quoi ils ne verront pas correctement le champ de vision.

Mise au point minimale :

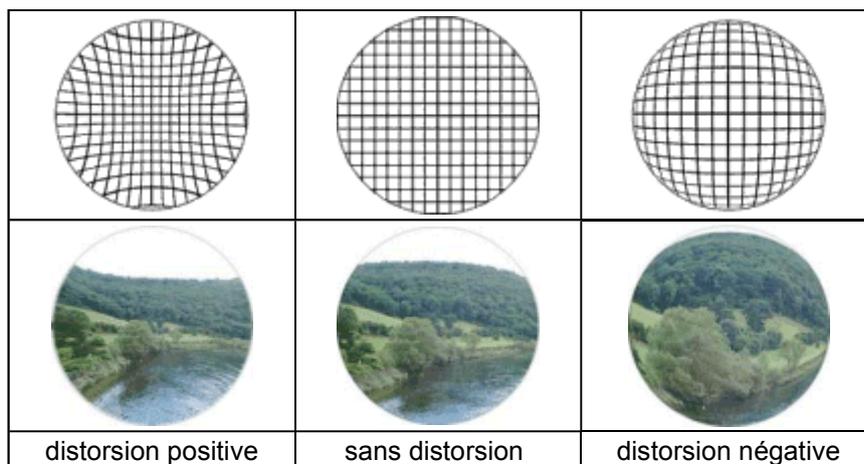
Attention à la mise au point minimale, elle doit être la plus courte possible, c'est-à-dire la distance la plus rapprochée à laquelle on parvient à faire le foyer (point de netteté).

Cette distance est d'environ 10 à 20 mètres pour des jumelles marines qui sont utilisées pour regarder loin.

Distorsion :

Quand l'image observée est géométriquement différente de l'originale, il y a distorsion. Il y a deux types de distorsion; positive ou négative. Les deux sont provoquées par des variations du grossissement.

Les effets de la distorsion sont illustrés ci-dessous :



Caractéristiques particulières

Les modèles étanches :

L'utilisation de jumelles sous la pluie ou en mer, nécessite l'emploi d'un modèle étanche (waterproof). Dans ce cas, on se méfiera des formules comme "étanches aux embruns", "résistantes au brouillard", "résistantes à l'eau" ou "tout temps". Des jumelles étanches à l'eau doivent pouvoir supporter sans dommage une immersion à une certaine profondeur pendant un certain temps.

Il en est de même si des jumelles doivent être soumises à d'importantes variations de température. Les modèles étanches remplies à l'azote sous pression sont protégées contre la pénétration de l'air ambiant, de son humidité et de la formation de moisissures. L'intérieur de ces jumelles reste sec, ce qui empêche la formation de buée qui se transforme en gouttes d'eau laissant des traces permanentes sur la face intérieure des lentilles après évaporation.

Protection caoutchoutée :

Un gainage antidérapant caoutchouté protège les jumelles et rend leur prise en main plus agréable, quelles que soient les conditions atmosphériques. Ce gainage réduit la densité des chocs et permet une durée de vie plus longue à vos jumelles.

Ce n'est pas ce gainage caoutchouc qui rend les jumelles étanches.

Certain modèle encore mieux protégé grâce à des coussins d'air intégrés au caoutchouc résistent à des chocs de 200G.

Modèle insubmersible :

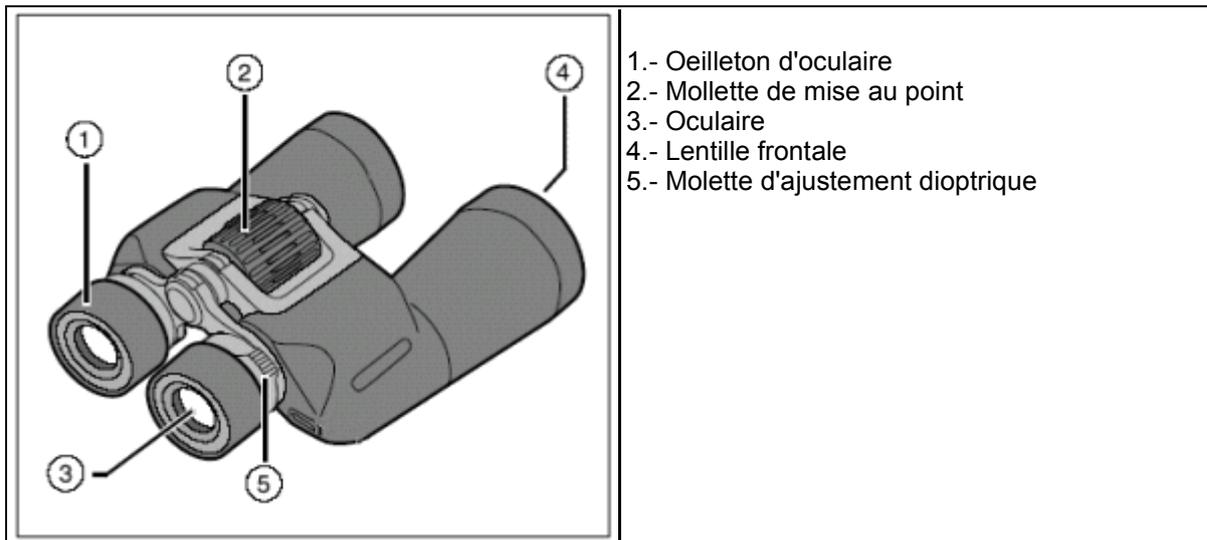
Les modèles avec un boîtier en polycarbonate très solide permettent aux jumelles de flotter.

Réglages

Le confort et la qualité de vision dépend du réglage des jumelles.

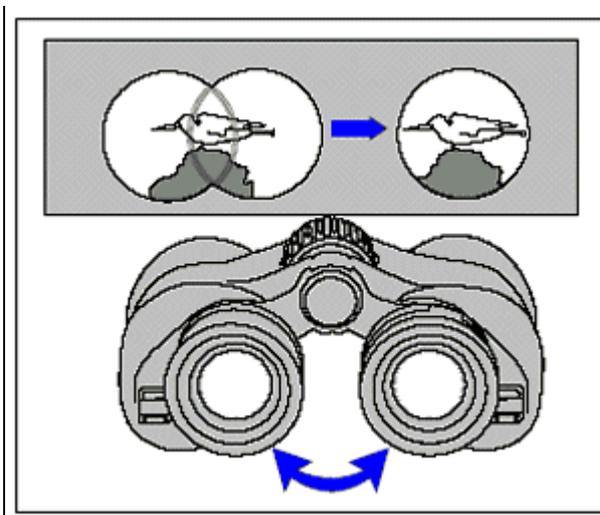
Cette opération est à renouveler pour chaque utilisateur, car chaque individu possède une vision différente.

Nomenclature :



Réglage de l'écartement interpupillaire :

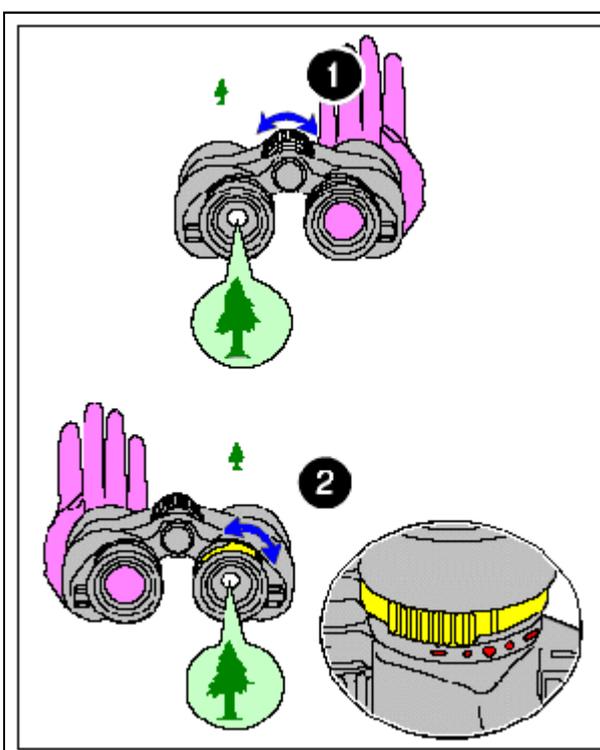




yeux, tout en regardant dans les jumelles, rapprocher ou écarter les deux branches de manière à obtenir une seule image, parfaitement circulaire.

Ce réglage est donné dans les caractéristiques des jumelles sous "distance inter-pupillaire" (par exemple de 56 à 74 mm).

Ajustement dioptrique :



La légère différence d'acuité visuelle entre l'oeil droit et l'oeil gauche affecte parfois la netteté de l'image observée.

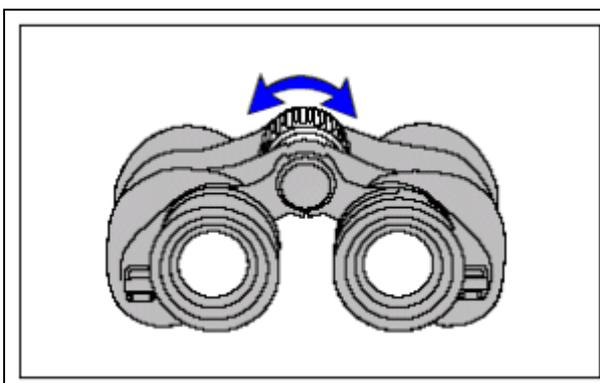
La molette d'ajustement dioptrique permet de corriger ce défaut.

Pour cela, visez un sujet distant :

1.- A l'aide de la molette centrale de mise au point, régler la netteté de l'oeil gauche, en masquant la branche droite des jumelles (on peut aussi fermer l'oeil droit).

2.- Masquez alors la branche gauche ou fermez l'oeil gauche, et agir sur la molette de réglage dioptrique de manière à obtenir la netteté avec l'oeil droit. (Les graduations vous aideront par la suite à revenir instantanément à votre réglage personnel).

Mise au point :



Tournez la molette centrale de manière à obtenir la meilleure netteté du sujet observé. On rentrera les oeillets d'oculaires pour les porteurs de lunettes médicales et on les sortira pour les autres.

Entretien et rangement

- Ne pas toucher les lentilles avec les doigts, ni avec une matière abrasive. Si les lentilles sont sales, souffler les poussières ou les enlever avec un pinceau doux, puis nettoyer doucement avec un chiffon doux éventuellement humecté de produit nettoyant à surfaces optiques.
- Ne jamais laisser les jumelles dans des endroits susceptibles d'être soumis à des températures très élevées.
- Si elles sont dotées d'ocilletons rabattables flexibles, rangez-les avec les ocilletons relevés.
- Éviter les chocs.
- Ranger les jumelles dans leur étui dans un endroit sec et frais, à l'abri de la poussière et de toutes vapeurs corrosives. L'idéal est de les mettre dans une boîte étanche avec un petit paquet de gel de silice (type "Silica Gel").
- Après une longue période de non utilisation, un dépôt blanc peut apparaître à la surface des parties en caoutchouc. Dans ce cas, nettoyez soigneusement les jumelles.
- Ne jamais démonter les jumelles. Toute réparation éventuelle doit être entreprise par un spécialiste agréé.
- En cas d'aspersion d'eau salée, nettoyez-les avec un chiffon propre légèrement mouillé d'eau claire.
- Toujours couvrir les objectifs ainsi que les oculaires par leurs capuchons de protection.

Les jumelles marines

Un grossissement de 7x permet d'obtenir une image stable, même sur un bateau en mouvement, des grossissements plus importants n'étant pas adaptés à la navigation. Un diamètre d'objectif de 50 mm garantit un champ de vision très important et une image toujours lumineuse car il permet de capturer un maximum de lumière.

Les jumelles 7x50 sont idéales pour les utilisations marines.



Ces jumelles ne sont pas trop lourdes et restent agréables à porter, même sans appui. Des modèles spécialement conçues pour la navigation, 100% étanches et qui flottent, résistent particulièrement bien à la corrosion causée par l'eau de mer, grâce leurs optiques hermétiquement scellées et purgées à l'azote.

Le revêtement en caoutchouc des jumelles permet une excellente prise en main, même par mauvais temps, ce qui est particulièrement appréciable en cas de forte houle.

Pour certain modèle, un compas de relèvement interne lumineux est un gage de sécurité supplémentaire et permet de vérifier son cap et sa position, tandis qu'une réticule télémétrique intégrée, permet d'estimer facilement les distances.

Fiche technique d'une paire de jumelles marines

Voici une série de caractéristiques principales pour une utilisation dans des conditions extrêmes, notamment pour obtenir une qualité d'image de nuit ou par faible luminosité, exigence requise pour une utilisation marine.

Type de prisme:	Porro
Grossissement:	7x
Diamètre de l'objectif:	50 mm
Angle de visée:	7.3°
Champ de vision:	127 m à 1000 m
Distance min. de mise au point:	10,6 m
Pupille de sortie:	7.14 mm
Dégagement oculaire:	12 mm
Luminosité relative:	51
Distance inter-pupillaire:	56 à 74 mm
Insubmersible:	Oui
Revêtement caoutchouc:	Oui

Étanchéité (N₂ sous pression): Oui (5' à 5 m de profondeur)

Montage sur trépied: Oui

Dimensions: 185 x 218 mm (Long. x Larg.)

Température d'utilisation: - 40 °C to + 80 °C

Poids: 1.33 kg

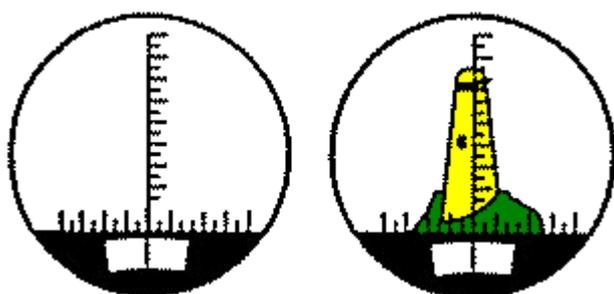
Garantie: 30 ans

Jumelles avec compas

Pour connaître le relèvement vers une cible ou pour estimer sa distance, les jumelles équipées d'un compas magnétique permettent de le faire facilement. Leur compas de relèvement interne lumineux est un gage de sécurité supplémentaire et permet de vérifier son cap et sa position. Le réticule télémétrique intégré, permet d'estimer facilement les distances.



Comment utiliser le réticule de la boussole ?



La distance et la taille peuvent être déterminées avec l'aide du réticule.

La graduation verticale permet de calculer la distance vers un objet, si sa taille est connue, ou de calculer sa taille, si la distance qui le sépare est connue.

Ainsi, sur une carte de navigation, si la taille d'un objet est connue, (un phare, une hauteur de falaise) et en fixant l'échelle du réticule sur l'objectif, on peut déterminer à quelle distance on se trouve de celui-ci en comptant le nombre de graduations.

Voici deux formules:

Mesure de distance quand la hauteur est connue :

Hauteur de l'objectif (m) ÷ Graduation lue X 1000m = Distance en mètres

Pour mesurer la hauteur d'un objet quand la distance est connue :

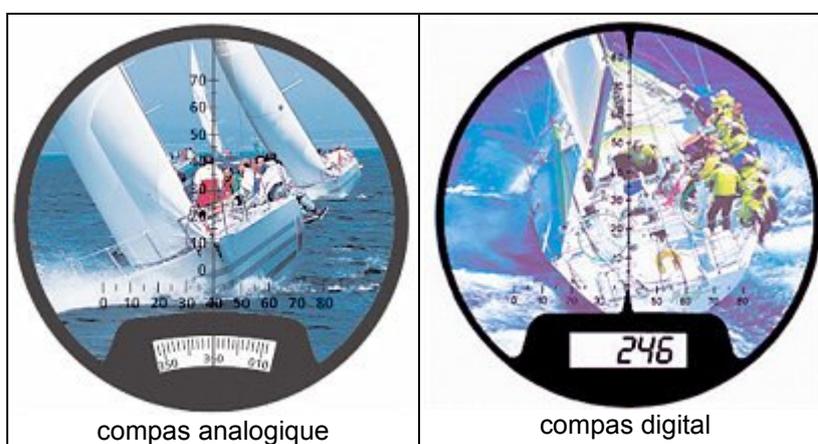
Distance (m) X Graduation lue ÷ 1000 = Hauteur de l'objet en mètres

Exemple:

Un phare de 60m de hauteur. A quelle distance est-il, si sur l'échelle verticale du réticule, son sommet est sur 50 ?

60m ÷ 50 X 1000m = 1200m

Attention : Pour assurer une mesure précise, le point initial de référence doit être aligné sur le niveau de la surface de l'eau.



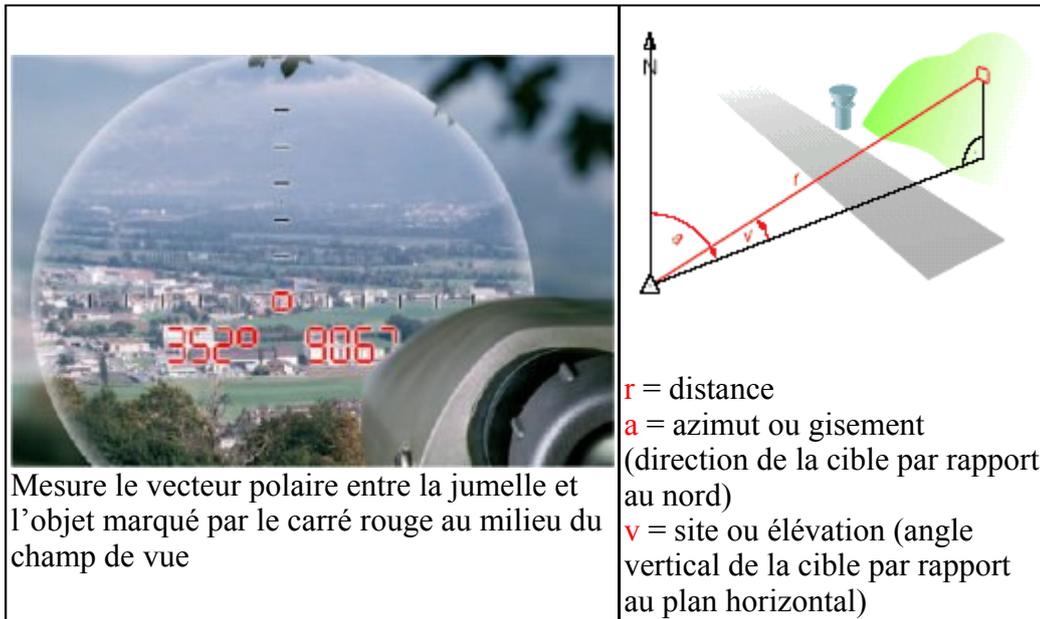
Les indications fournies par le compas :

La différence d'angle entre le nord vrai et le nord magnétique s'appelle la déclinaison. Celle-ci peut changer par la position

sur la terre et par l'orientation de boussole près du nord magnétique. Cette déclinaison peut être ajustée sur la boussole électronique des jumelles. La déclinaison peut être trouvée sur les cartes marines et topographiques. Il faut prendre également en compte les changements annuels de celle-ci.

Jumelles télémètres

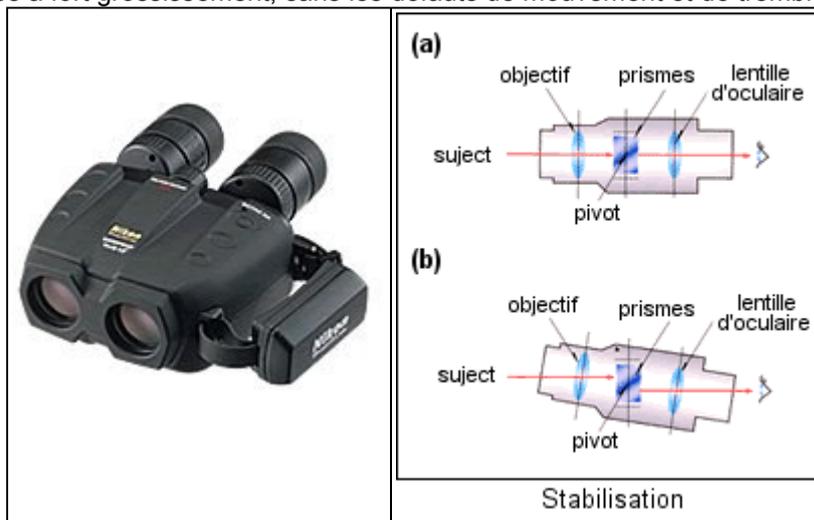
Les jumelles télémètres sont des appareils qui en plus d'un compas, peuvent mesurer des angles et des distances jusqu'à 12 km instantanément avec une précision de 1 à 2 mètres grâce à un rayon laser.



Ces instruments restent encore largement du domaine militaire.

Les jumelles stabilisées

Grâce à une stabilisation, la lumière de l'image ne s'éparpille pas sur votre rétine. En utilisation "marine", c'est enfin pouvoir utiliser des jumelles à fort grossissement, sans les défauts de mouvement et de tremblement.



L'innovation technologique consiste dans le fait que les prismes sont sur des supports mobiles, déplaçables à très haute vitesse par deux servomoteurs, l'un assurant la compensation horizontale et l'autre la compensation verticale. Chacun de ces moteurs est contrôlé numériquement par l'association de capteurs de vibrations piézoélectriques. Dès que l'un d'eux détecte des vibrations ou des mouvements, le signal est transmis au microprocesseur qui active instantanément les moteurs pour contrecarrer le mouvement détecté.



Cette technologie permet d'atteindre un degré professionnel de stabilisation sans gyrostabilisation. Non seulement les tremblements musculaires sont compensés, mais aussi les oscillations et les fortes vibrations rencontrées à bord d'un véhicule ou d'un bateau.

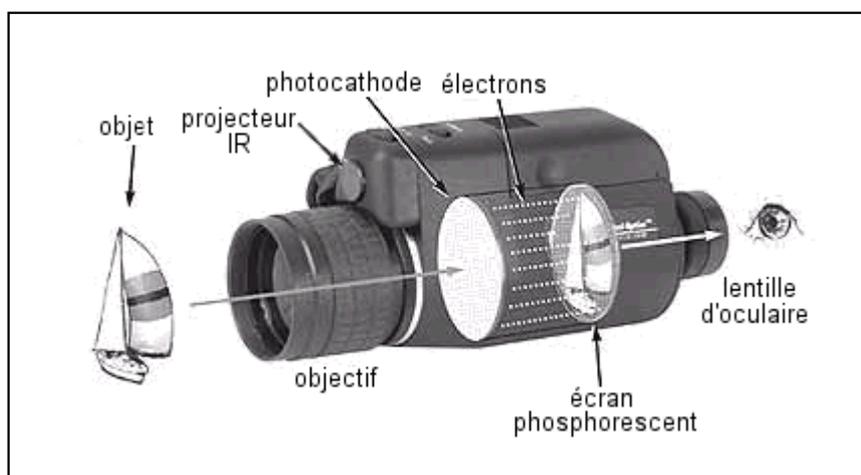
La vision de nuit

Il y a deux principes pour voir de nuit.

- Le premier est de détecter le rayonnement infrarouge, qui est une énergie thermique émise par tous les objets indépendamment des conditions ambiantes. Un dispositif basé sur ce principe s'appelle des caméras infrarouges.
- La seconde est en intensifiant le peu de lumière des étoiles et de la lune. Un dispositif basé sur ce principe s'appelle des jumelles ou monoculaires nocturnes.

Les jumelles nocturnes :

La plupart des produits de vision de nuit sont les dispositifs d'amplification de lumière. Les jumelles de vision de nuit sont des dispositifs électro-optiques qui intensifient (ou amplifient) la lumière existante au lieu de compter sur une source lumineuse existante. Ces dispositifs sont sensibles à un large spectre de lumière, du visible à l'infrarouge. Vous ne regardez pas "à travers" une jumelle de vision de nuit, vous regardez l'image électronique amplifiée et reproduite sur un écran phosphorescent.



Les dispositifs de vision de nuit recueillent la lumière ambiante existante (étoiles, clair de lune ou lumière infrarouge) par l'objectif avant. Cette lumière, qui se compose de photons entre dans un tube électronique, la photocathode qui change les photons en électrons. Ceux-ci sont alors amplifiés en un nombre beaucoup plus grand par un processus électrique et chimique. Les électrons sont accélérés et projetés contre un écran de phosphore qui les change en lumière visible par l'oculaire (lentille d'oculaire). L'image sera maintenant une représentation amplifiée verte claire de la scène observée.

Un écran de phosphore de vision de nuit est intentionnellement d'une couleur verte, parce que l'oeil humain peut différencier plus de nuances de vert que d'autres couleurs de phosphore.

Les systèmes de vision nocturne améliorent les capacité de voir dans l'obscurité, mais ils ne peuvent pas fournir une image utile dans l'obscurité complète, car il n'y a aucune lumière disponible à amplifier. Dans ce cas, un bloc d'éclairage infrarouge (IR) peut être ajouté au système de vision de nuit. Ce projecteur fournit une source lumineuse pour le système à amplifier. Puisque la lumière émise par le projecteur est dans la gamme proche des infrarouges, elle est invisible aux humains.



Un dispositif de vision de nuit peut être de 1^{ère}, 2^{ème}, ou de 3^{ème} génération.

**1^{ère} génération :**

C'est actuellement le type le plus populaire de vision de nuit dans le monde. La 1^{ère} génération amplifie la lumière existante plusieurs milliers de fois, laissant voir clairement dans l'obscurité. Ces unités fournissent une image lumineuse et pointue à bas coût.

2^{ème} génération :

Elle est principalement employée pour des applications professionnelles. Son coût est approximativement \$500 à \$1000 plus chère que la 1^{ère} génération. La différence principale entre une 1^{ère} et une 2^{ème} génération est l'addition d'un amplificateur d'électrons placé directement derrière la photocathode. Il se compose de millions de tubes de verre parallèles courts. Quand les électrons traversent ces tubes courts, des milliers d'électrons en plus sont libérés. Ce processus supplémentaire permet aux 2^{èmes} générations d'amplifier beaucoup plus la lumière que les 1^{ères} génération, donnant une image plus lumineuse et plus pointue.

3^{ème} génération :

C'est la technologie la plus avancée en vision de nuit. En ajoutant un produit chimique sensible, l'arséniure de gallium à la photocathode, une image plus lumineuse et plus pointue est ainsi obtenue. Cependant, c'est la génération la plus chère. Typiquement une 3^{ème} génération coûtera au-dessus de \$3000.

La distance d'observation dépend des conditions d'utilisation. Un ciel nuageux, du brouillard, de la pluie, etc, raccourcissent la distance d'observation d'un appareil de vision nocturne. Cela dépend également du contraste entre l'objet observé et le fond. Ainsi un bateau dans un clair de lune se verra depuis beaucoup plus loin qu'un animal en lisière de forêt pour les mêmes conditions.

Une table de distance moyenne d'observation de nuit et d'identification d'objets est donnée ci-dessous :

	Pleine lune 0.1 lux	½ lune 0.05 lux	¼ lune 0.01 lux	Etoiles 0.001 lux	Couvert 0.0001 lux
Sans vision de nuit	230m	130m	45m	-	-
Géné. I	300m	200m	150m	100m	50m
Géné. II	630m	630m	590m	390m	145m
Géné. III	810m	810m	770m	530m	200m

- **Précautions d'emploi :**

- Un appareil de vision nocturne est destiné pour une utilisation exclusive dans l'obscurité. Toutes sources de lumière intensive, soleil la journée, projecteur, phare d'automobile, éclat de lumière (flash, éclair) etc, peuvent endommager cet appareil.
- Ces appareils ont une alimentation électrique autonome. Il faut donc prévoir des batteries de rechange pour une utilisation continue intensive (voir les données du constructeur).

Les caméras infrarouges :

La lumière infrarouge n'est pas une partie du spectre visible de la lumière, on ne peut pas la voir avec les yeux.

Tous les objets émettent une certaine quantité de rayonnement infrarouge basée sur leur température. Ce rayonnement peut être détecté par un appareil photo spécial de la même manière qu'un appareil photo normal détecte la lumière visible.

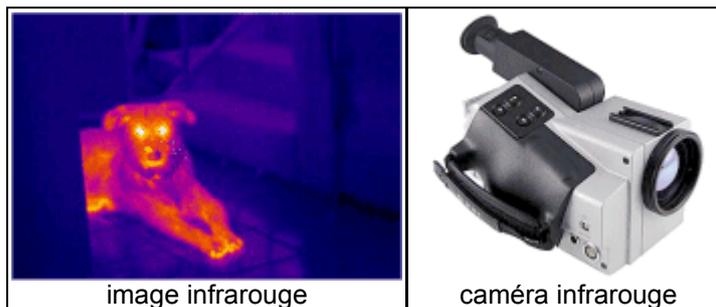


image infrarouge

caméra infrarouge

Un appareil photo ou une caméra infrarouge montre les secteurs chauds comme étant du blanc et les objets froids en noir, indépendamment du niveau de la lumière ambiante et peut travailler dans l'obscurité totale. Ceci rend ces appareils très utiles pour des opérations de recherche dans des bâtiments et souterrains remplis de fumée par exemple ou pour rechercher une source de chaleur de nuit en pleine mer. Malheureusement le prix de ces caméras est beaucoup trop élevé.

Jumelles multifonctions



Ce sont des appareils multifonctions qui peuvent être utilisés comme jumelles, appareil photo digital ou caméra vidéo.

- Jumelles imperméables à l'eau 8x30
- Champ de vision 7,9 degrés, 3,75 mm par pupille de sortie
- Appareil photo numérique avec capteur 2 mégapixels (1600 x 1200)
- Ecran couleur TFT à cristaux liquides 4 cm pour viseur en temps réel
- Mémoire intégrée et extensible par carte mémoire SD/MMC
- Distance minimale de mise au point : 5 m
- Enregistrement de séquences vidéo 640 x 480 à 15 fps (format AVI)
- Mode flashback, idéal pour événements sportifs : vous pouvez filmer en continu en gardant les 10 dernières secondes uniquement
- Connexion USB pour une installation rapide et un transfert d'image à haut débit

Bibliographie:

INTERNET, Pentax, Steiner, Fujinon, Canon, Nikon, Bushnell, Perret opticiens, Vectronix, Wikipedia