

Des températures de l'air et des mirages à la surface du Lac Léman

Autor(en): **Dufour, L.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletins des séances de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles**

Band (Jahr): **4 (1854-1856)**

Heft 37

PDF erstellt am: **29.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-284060>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Quant aux *schistes stratifiés, laminés, mais non fossilifères*, ils ont été groupés avec raison sous le nom de *Terrains azoïques*. Il est probable que les découvertes futures tendront à en diminuer le nombre, en révélant des fossiles chez une partie de ces roches; on peut cependant prévoir qu'il restera toujours un ensemble de couches déposées avant la première création des êtres organiques, qui conservera à juste titre le nom de *Terrains azoïques*.

DES TEMPÉRATURES DE L'AIR ET DES MIRAGES A LA SURFACE DU
LAC LÉMAN.

Par M^r **L. Dufour**, professeur de physique à l'Académie de Lausanne.

(Séance du 4 juillet 1855.)

Le lac Léman est une grande surface d'eau d'environ 720 kilomètres carrés. Entouré par quelques rameaux de la grande chaîne des Alpes vers son extrémité orientale, bordé presque partout de côtes plus ou moins élevées, il est le théâtre d'un grand nombre de phénomènes physiques du plus haut intérêt. Sans mentionner les seiches qui lui ont acquis une sorte de célébrité, il présente des courants curieux et compliqués, des variations de température dans son intérieur et à sa surface, des colorations pittoresques et changeantes..... tout autant de faits qui sont encore des questions irrésolues pour les météorologistes.

Mais, parmi tous ces faits intéressants, il y en a un surtout de fort remarquable, c'est l'influence de la température de l'eau sur la température des couches d'air qui sont à sa surface et le singulier phénomène du mirage qui en est la conséquence.

Le mirage, observé à une époque déjà assez reculée dans les déserts d'Arabie et d'Afrique, ne paraît avoir été connu et remarqué des hommes de science que dans le courant du 17^e siècle. Les premiers travaux sérieux entrepris sur ce sujet sont ceux de Busch, en 1783, qui observait sur l'Elbe; de Woltmann, qui observait sur l'Elbe également et sur la Baltique, et enfin de Wollaston en 1800. Wollaston ajouta aux simples observations des expériences intéressantes faites avec des liquides d'inégale densité ou avec des solides à la surface desquels on provoquait, dans l'air environnant, les conditions propres à la production du mirage. Cet étrange phénomène d'optique attira surtout l'attention des physiciens français qui accompagnaient l'expédition

d'Égypte, et c'est dans les annales de l'éphémère académie du Caire que l'illustre Monge en donna l'explication bien connue. M^r Biot a publié dans les mémoires de l'Institut de 1809 un travail étendu et fort complet sur les faits qu'il avait observés à Dunkerque avec M^r Matthieu, et il y donne une théorie remarquable dans laquelle la marche des rayons de lumière est indiquée par l'équation de leur trajectoire, théorie où la plupart des phénomènes observés reçoivent une explication satisfaisante. Récemment, M^r Bravais a donné dans les annales de la Société météorologique de France pour 1852 une notice du plus haut intérêt sur le même fait.

Indépendamment des mémoires étendus où le mirage est l'objet de discussions et de recherches théoriques, il existe un grand nombre d'observations variées faites dans presque toutes les parties du monde et dans des circonstances très-diverses. Depuis la fin du siècle dernier, on peut citer une foule d'auteurs qui ont enregistré des faits de mirages directs, inverses ou latéraux, symétriques ou non symétriques (Boscovich, Huddart, Ellicot, Arago, Humboldt, Erdmann, Wrede, Scoresby, Sabine, Parry, Jurine, C. Dufour, etc.).

Tous les effets observés sont expliqués par une inégale densité des couches d'air, conséquence d'une inégalité de température ; mais il n'existe que peu de mesures directes de la température elle-même. Wollaston et Biot ont surtout cherché à apprécier les différences de température dans les couches d'air très-voisines des surfaces échauffées. La connaissance des variations de cette température est indispensable pour la théorie du mirage et les auteurs qui ont abordé le sujet au point de vue mathématique (Biot, Bravais, etc.) prennent toujours comme point de départ une certaine loi connue ou inconnue reliant les températures et les distances des couches d'air.

Si les observations de température sont moins nombreuses que celles qui ont pour objet le phénomène optique qui en résulte, c'est qu'elles présentent une difficulté infiniment plus grande. Les variations qu'il s'agit de constater ne sont jamais bien considérables ; elles se produisent dans des portions d'air très-voisines et enfin la mesure de la température de l'air est toujours une recherche hérissée de difficultés et entourée de causes d'erreurs.

Pendant les automnes de 1854 et 1855 j'ai fait, sur le lac Léman, quelques observations qui ont porté sur la température des couches d'air à la surface de l'eau et sur les phénomènes optiques qui en sont la conséquence.

Détails généraux relatifs à la production du mirage.

1. L'influence de la température de l'eau sur celle de l'air se trouve naturellement d'autant plus prononcée que la différence entre ces deux températures est plus grande. Les eaux du Léman, comme toutes les surfaces d'eau, ont une température plus constante que celle de l'air qui les environne et, à certains moments de l'année, elles sont notablement plus chaudes que l'air. C'est surtout en automne, dans les mois de septembre, octobre et novembre que cette différence est remarquable. L'air devient souvent très-froid en peu de jours, tandis que l'eau conserve sa chaleur de manière à présenter une grande différence avec l'atmosphère.

C'est particulièrement le matin que cette inégalité est considérable. Si le ciel a été découvert pendant la nuit, si les sommets des montagnes avoisinantes sont déjà blanchies par la neige toujours précoce dans ces régions élevées, alors la température de l'air se trouve souvent, en octobre, à 6 ou 7°, tandis que l'eau possède encore 16 à 17°. La chaleur du soleil, pendant le jour, fait évanouir cette différence; mais le matin, un peu avant le lever de cet astre, on peut la reconnaître et c'est alors que le mirage apparaît dans toute sa netteté.

2. Tous les points des bords du lac ne sont pas également propres pour faire les observations. L'endroit où je me trouvais, Villeneuve, est situé à son extrémité orientale. Non loin de là, la chaîne du Mont-Arvel qui s'élève presque verticalement à environ 1 kilomètre du rivage et qui s'étend à peu près du nord au sud, projette son ombre sur toute la portion voisine du lac jusqu'à une heure assez avancée de la matinée. Les rivages éloignés ou opposés (Vevey, Lavaux, Ouchy, La Côte, le rivage de Savoie) sont déjà depuis longtemps éclairés par les rayons du soleil levant que Villeneuve est encore dans l'ombre. Lorsque le ciel a été pur toute la nuit et que la température de l'air s'est fort abaissée au-dessous de celle de l'eau, la surface du lac est couverte d'une légère couche de brouillard qui dérobe au spectateur la vue de tous les objets près de la surface. Un peu avant que le soleil paraisse, cette brume mobile s'évanouit assez subitement et l'air devient en quelques minutes d'une transparence remarquable. Les rivages opposés apparaissent alors complètement éclairés et c'est surtout à ce moment que le mirage se montre avec une netteté, une précision dans les contours, qui en facilite singulièrement l'observation.

3. De Villeneuve, on aperçoit plusieurs points assez propres à être examinés. Presque tout le long de la rive, il y a des bâtiments blancs ou des murs inclinés à l'horizon qui produisent des images parfaitement distinctes. Avec une bonne lunette, on voit Vevey, Clarens, etc., comme se réfléchissant dans un miroir bien poli et bien calme. La présence du lac empêche que le phénomène attire l'attention et provoque l'étonnement. Sans prendre garde que la surface de l'eau est presque toujours légèrement ondulée, frissonnante, on admet involontairement que c'est le lac qui joue le rôle de miroir, et l'on n'a point, à cause de cela, les illusions qui frappent les spectateurs du semblable phénomène alors qu'il se produit sur une surface de sable. La production du mirage fait croire involontairement à un état tranquille de la nappe d'eau qui la rend capable de réfléchir; il semble que le lac, agité et irrégulier près du point où l'on est, se trouve au contraire parfaitement calme là où des images se produisent. Cette supposition est celle de toutes les personnes qui voient ce phénomène sans l'observer avec soin et sans l'approfondir.

En examinant avec soin, en effet, on ne tarde pas à s'apercevoir que la surface dans laquelle les objets paraissent se réfléchir est plus élevée que le niveau du lac et que les points tout à fait voisins de la surface sont entièrement invisibles. Il y a un plan qui paraît sensiblement parallèle à la surface de l'eau et situé à une certaine hauteur, *au-dessous* duquel on n'aperçoit rien; les objets *au-dessus* de ce plan ont une image symétrique tantôt égale tantôt un peu plus petite que l'objet. Ce plan de séparation n'est autre chose que le *plan caustique* de M^r Biot ou la *ligne de partage* de M^r Bravais, sur laquelle nous reviendrons dans la suite. Lorsqu'une ligne très-visible, un mur blanc, par exemple, a une direction verticale, il produit une image qui n'est que la continuation rectiligne de l'objet. Si, au contraire, le mur est incliné sur l'horizon, il forme avec son image un angle qui est le double de son inclinaison. Dans ce cas, l'objet et l'image forment une arête de rebroussement ordinairement un peu émoussée, et cette disposition particulière est heureusement très-propre à mesurer la hauteur du plan caustique. L'arête de rebroussement se produit, en effet, là où l'objet perce ce plan et, cessant d'être visible, se continue par son image symétrique.

Lorsqu'on observe des bateaux situés sur l'eau à une distance suffisante pour qu'ils soient en partie au-dessous de la ligne de partage, les apparences sont les plus singulières et tout à fait analogues à celles que M^r Biot décrit dans son long mémoire. Si le plan caustique passe au niveau du pont d'une barque, la barque elle-même est invisible; on n'en voit que la pointe et les voiles

déployées qui produisent leur image avec une remarquable netteté on dirait les ailes étendues d'un grand papillon. Si de petits bateaux, montés par des hommes, s'éloignent du lieu de l'observation, on ne tarde pas à voir disparaître la partie inférieure, puis le corps même du bateau; on a alors le curieux spectacle de deux ou trois hommes dont la partie supérieure du corps, seule visible, donne une image symétrique. Le corps paraît plongé dans l'eau et les mouvements des bras, de la tête, paraissent ceux d'un nageur qui se montre et cherche à s'élancer un peu au-dessus de la surface liquide. Si l'homme se baisse, il semble disparaître comme un plongeur, et enfin lorsque le bateau s'éloigne suffisamment, tout le corps ne tarde pas à s'enfoncer, la tête seule persiste encore un peu et paraît un disque noir soutenu dans l'air par quelque fil invisible, puis elle s'enfonce à son tour lorsque le plan caustique se trouve un peu plus élevé au-dessus du niveau de l'eau.

4. La pointe de Savoie, connue sous le nom de *pointe d'Yvoire*, donne lieu aux apparences les plus remarquables. Elle est formée par une bande de terre ferme qui s'avance dans le lac, mais qui présente, au-dessus de son niveau, une hauteur inégale et, tout-à-fait à l'extrémité, le niveau du sol s'élève légèrement pour s'abaisser brusquement de nouveau et disparaître sous la surface de l'eau. Depuis Villeneuve, cette pointe se projette sur le fond du ciel et on en voit les contours très-nettement dessinés. Lorsque les conditions du mirage se présentent, il arrive que le plan caustique est plus élevé que certaines portions de la pointe d'Yvoire et moins élevé, au contraire, que la partie la plus avancée dans l'eau. L'effet résultant est facile à prévoir. Le sol semble s'enfoncer sous l'eau une première fois, puis il apparaît de nouveau. La pointe extrême, avec son image symétrique, forme un tout qui semble être une île complètement isolée et détachée de la terre ferme.

Si le plan caustique ne se trouve pas à une hauteur verticale plus grande que les points les plus élevés du terrain, il arrive souvent que la portion qui demeure visible n'est qu'une bande très-mince. Il se produit alors, au-dessous de la ligne de partage, une image symétrique de cette bande et du fond gris du ciel sur lequel elle se projette. A cause de l'éloignement, on aperçoit le terrain et son image comme formant un promontoire au-dessus et au-dessous duquel apparaît la teinte grise du ciel. Le sol paraît donc élevé au-dessus de l'eau et comme suspendu dans l'espace. Cette singulière suspension s'observe très-fréquemment et Villeneuve n'est pas le seul point des rives du lac duquel on puisse l'observer. De-

puis Ouchy, par exemple, on voit souvent le sol de Savoie, dans la direction de Genève, présenter le même phénomène. Depuis Cully et Vevey, lorsque l'air un peu brumeux fait apparaître d'un gris foncé et uniforme les montagnes du Valais dans la direction de Martigny, on voit également le sol de la plaine du Rhône comme formant une mince bande de terrain, un peu irrégulière à cause des arbres qui la recouvrent, et suspendue à une petite hauteur au-dessus de la surface apparente de l'eau.

5. Dans la grande variété des apparences étranges sous lesquelles se présente le phénomène du mirage, j'en citerai encore une qui ne le cède par sa singularité à aucune de celles qu'on observe dans les déserts brûlants des contrées tropicales.

Toute la rive du lac entre Villeneuve et Vevey est couverte par des vignobles qui s'abaissent en pentes douces jusque vers la surface de l'eau. Pendant la belle saison et jusqu'en octobre, lorsque les ceps sont encore couverts de leurs feuilles, les vignobles situés entre Clarens et Vevey apparaissent, à cause de leur éloignement, comme une prairie verte, coupée irrégulièrement par des lignes d'un blanc grisâtre qui ne sont autre chose que des murs de séparation. Le matin, entre 8 et 9 heures, le bateau à vapeur, parti de Villeneuve et touchant Montreux, côtoie la rive de telle sorte que, dans des conditions optiques normales, on le verrait se projeter, en partie, sur les bords du lac. Quand le mirage est assez prononcé, le bateau produit une image qui ne se distingue pas très-facilement de l'objet lui-même et qui n'a pour résultat que d'en augmenter les dimensions apparentes. Mais en même temps il se produit aussi une image des vignes sur lesquelles le navire se projette, et la verdure qui s'aperçoit immédiatement au-dessus de lui produit une image immédiatement au-dessous de celle du bateau à vapeur. Le bateau à vapeur et son image sont donc compris entre le vignoble réel, qui s'aperçoit au-dessus, et l'image de ce même vignoble qui se prolonge au-dessous. Or, à cause de la distance, on ne distingue pas que les ceps et les murailles apparaissent renversés dans l'image; on voit une surface verte et qui semble parfaitement uniforme jusqu'à la ligne de démarcation de l'image et de l'eau, et sur cette surface le bateau à vapeur se projette en entier. Il semble placé dans les *vignes mêmes*; on le voit avancer avec sa cheminée et ses agrès comme s'il voguait sur une surface verte.

Le phénomène est rendu plus extraordinaire encore par l'existence d'une route qui longe le rivage à une petite distance du lac; ses murs blancs et réguliers laissent nettement apercevoir de Villeneuve, et il arrive souvent, ensuite d'une élévation précisé-

ment favorable du plan caustique, que le bateau à vapeur paraît situé sur la route même et y vogue à pleine vapeur. L'observation faite avec une lunette rend l'effet général plus frappant encore, le bateau et son mouvement s'aperçoivent mieux et sa position au milieu des vignes, au-dessus de la surface apparente de l'eau, se montre avec une netteté, une certitude étonnantes. Il n'y a peut-être pas une seule des illusions produites par le mirage qui soit plus bizarre que celle-là. Les habitants du désert peuvent être étonnés de voir une image des objets là où le sol n'est recouvert que d'un sable brûlant, mais il est peu probable qu'ils éprouvent plus d'étonnement et de stupéfaction que les simples bateleurs auxquels je fis remarquer, pour la première fois, en septembre 1854, cette navigation du bateau à vapeur sur une route et au milieu du vignoble.

6. Lorsque les conditions du mirage subsistent et que l'on examine avec une lunette la surface de l'eau à de grandes distances et en plein lac, cette surface paraît se terminer par une ligne ou une arête parfaitement tranchée, mais présentant des dentelures, des irrégularités nombreuses. Il semble qu'on voit au loin le sommet d'une vague dont la hauteur, inégale d'un point à un autre, change brusquement et paraît former une série d'ondulations qui se succèdent avec irrégularité. Cette apparence se produit également d'une manière plus ou moins prononcée dans les directions où l'on observe des objets réfléchis. Les images se terminent à cette arête sinueuse, dont la mobilité rend — comme nous le verrons plus tard — les mesures angulaires souvent très-difficiles. Ces irrégularités variables de la ligne d'horizon à la surface de l'eau proviennent évidemment des changements fréquents, continus qu'éprouvent, d'un moment à l'autre, la température et par suite la densité des couches d'air. Si l'air était parfaitement homogène et la surface de l'eau exactement plane, la ligne d'horizon, formée par la surface réelle de l'eau, apparaîtrait évidemment comme une ligne régulière et en apparence rectiligne sur une petite longueur. Ensuite de la non homogénéité de l'air, l'horizon que l'on aperçoit n'est point l'horizon géométrique; il se trouve plus élevé d'une quantité qui dépend de la variation de la densité des couches d'air. Or, si la température de ces couches n'est pas parfaitement la même dans toutes les directions et que leurs variations de densité, non-seulement ne soient pas identiques, mais changent encore dans la même direction, d'un instant à l'autre, il doit s'en suivre nécessairement que la surface apparente de l'eau semblera variable et mobile.

7. Les lignes blanches, comme les murs, par exemple, qui se trouvent à une assez grande distance dans une direction oblique par rapport à l'horizon et beaucoup plus élevés au-dessus de l'eau que les objets qui produisent des images donnent lieu à des apparences semblables à celles qui s'observent dans les fortes chaleurs de l'été à la surface des toits et des corps solides échauffés. L'arête supérieure du mur cesse de former une ligne droite et fixe; elle ne produit pas d'image, mais elle semble onduler; ses divers points sont tantôt plus haut, tantôt plus bas. Il est à remarquer que cet effet-là n'est produit que quand l'œil de l'observateur est peu élevé au-dessus de l'eau et situé dans les couches d'air dont la densité varie avec l'élévation au-dessus du niveau.

Il est aisé de voir que, dans ce cas-là, les rayons de lumière qui proviennent de la ligne qu'on considère, traversant des couches d'air inégalement denses, s'infléchissent en tournant leur convexité du côté de l'eau, de telle sorte que tous les points de la muraille paraissent un peu plus bas qu'ils ne le sont en réalité. Or, la quantité de cet abaissement dépend des variations de la densité et de l'inclinaison primitive du rayon de lumière lorsqu'il pénètre les couches d'air. Comme dans le phénomène signalé ci-dessus, les variations de densité dépendant des mouvements de l'air et des variations de température, ne sont point constantes et par conséquent l'abaissement de chaque point qu'on considère changera aussi avec le temps. De là ce frissonnement, ces ondulations apparentes de l'arête du mur.

Si la disposition des couches d'air étaient parfaitement stable, on verrait simplement ou une déformation, ou un déplacement stables aussi des objets tels que les murailles, situés bien au-dessus de la surface de l'eau et à une assez grande distance. Il est facile de voir que si une couche d'air horizontale et moins dense que celles qui la suivent en hauteur se prolongeait de manière à comprendre l'œil de l'observateur, tous les points du mur seraient abaissés; si cette couche s'élevait en conservant ses dimensions, elle arriverait à dépasser tout entière la hauteur de l'observateur et, à ce moment-là, il est aisé de s'assurer par une figure que les divers points reviendraient à leur position réelle et même paraîtraient un peu plus élevés. Ainsi, des mouvements d'ascension de couches d'air moins denses et parfaitement horizontales correspondraient à un abaissement et à une élévation alternatives des points que l'on considère. Mais si, au contraire, la couche moins dense est située entre l'observateur et l'objet dont il s'agit, il se peut qu'elle s'élève assez pour se trouver sur le parcours des rayons qui proviennent de la partie inférieure seulement de cet objet. Il y aura alors des apparences variées suivant la forme de ce

volume d'air moins dense interposé sur la ligne que les rayons parcourent. Si cette masse, coupée par un plan vertical passant par l'observateur et l'objet, donne une intersection qui se rapproche d'un triangle dont la base est vers le haut, les objets paraîtront abaissés; si la base est vers le bas, il y aura au contraire élévation. Il est évident que la nature n'offre jamais les cas simples dont je viens de parler; les masses d'air d'inégale densité présentent toutes sortes de formes; elles varient à chaque instant par l'effet des courants ascendants et latéraux, tantôt elles enveloppent l'observateur et influent par conséquent sur tous les rayons qui lui arrivent, tantôt elles ne modifient la marche que de quelques-uns de ces rayons. Il en résulte que les déformations que subissent un mur ou un objet incliné à l'horizon doivent varier à l'infini; ces divers points sont tantôt plus haut, tantôt plus bas : de là ces mouvements ondulatoires, irréguliers, bizarres que présentent les lignes blanches dans les conditions indiquées ci-dessus. Nous verrons du reste plus tard comment les images mêmes produites au-dessous de la caustique subissent les effets de ces variations brusques et continues dans la densité des couches d'air.

8. Les images dues au mirage présentent une grande analogie avec celles qui se produisent sur une surface réfléchissante et c'est même là la cause des illusions fâcheuses que ce phénomène détermine dans les contrées couvertes d'une surface de sable brûlant. Sur le lac Léman, la confusion du mirage et de la simple réflexion sur l'eau se fait invariablement par toutes les personnes qui ignorent l'existence de ce phénomène ou qui n'observent qu'avec une attention insuffisante. La présence d'une grande nappe d'eau et en même temps celle d'une image des objets voisins de ses bords trompe au premier instant. Il semble naturel que la réflexion qu'on voit s'opère à la surface du liquide, et ce n'est qu'après une observation plus complète qu'on reconnaît bientôt ce qui peut être simple réflexion sur l'eau et ce qui est mirage. Lorsque les objets sont à une assez grande distance, il peut y avoir parfois un moment d'hésitation.

La surface de la caustique paraît si bien être celle du lac qu'on prend aisément un mirage pour une simple réflexion. Divers moyens sont indiqués dans le mémoire de M^r Bravais pour distinguer ces deux phénomènes essentiellement différents, et leur application peut être, en effet, d'un grand secours dans les observations faites à la surface du Léman. L'image due à la réfraction de l'air n'est presque jamais plus grande que l'objet; elle a son bord inférieur assez nettement tranché, tandis que lorsqu'il y a réflexion sur l'eau, cette image se déforme, s'allonge ordinaire-

ment beaucoup à cause des petites irrégularités que présente la surface du liquide. L'image d'une maison, par exemple, se composera d'une série de bandes parallèles, mobiles, s'avancant bien loin du pied du bâtiment. Les images par réfraction sont ordinairement répandues sur tout l'horizon ; elles forment une suite continue, une reproduction complète des bords. Les images par réflexion n'existent presque jamais sur tous les points de l'horizon à la fois ; les différences dans l'état agité ou calme de l'eau les font varier considérablement. Quand il y a mirage, le point de rebroussement entre l'objet et son image n'est jamais net, c'est une petite courbe ; la pointe est comme émoussée.

Il y a pour distinguer l'image due à la réfraction dans l'air et celle due à la réflexion sur l'eau, un moyen fort simple et qui peut s'employer avec succès dans certaines circonstances. La lumière qui se réfléchit sur l'eau est en partie polarisée * ; celle qui a traversé les couches d'air et s'y est réfractée ne l'est pas ou ne l'est que d'une manière insensible. La distinction entre l'image par réflexion et celle par réfraction se fera donc aisément si l'on peut distinguer, sans difficultés, la lumière polarisée et celle qui ne l'est pas. On sait que plusieurs procédés très-simples permettent cette analyse de la lumière. Avec une plaque de tourmaline ou un prisme biréfringent on s'aperçoit bientôt si la lumière est ou n'est pas polarisée. Mais le procédé le plus pratique consiste à employer un polariscope comme celui d'Arago. Qu'on ait un tube percé à l'une de ses extrémités d'une petite ouverture derrière laquelle se trouve une plaque de quartz taillée perpendiculaire à son axe optique et dont l'autre extrémité soit pourvue d'un prisme biréfringent, puis qu'on regarde à travers ce tube les images douteuses. Si l'on voit deux images colorées, deux images dont les couleurs complémentaires varient par la rotation du tube autour de son axe, on observe *certainement* une simple réflexion sur l'eau ; si les deux images demeurent parfaitement identiques quant à la coloration, on observe très-probablement un mirage.

Il arrive parfois, quoique fort rarement, qu'il y ait simultanément

* Dans les instructions données aux officiers de la *Bonite*, Arago recommande de regarder la mer avec une tourmaline pour mieux voir les écueils. Grâce à l'interposition d'une lame de ce cristal sur le trajet des rayons de lumière, les rayons atmosphériques réfléchis par l'eau et qui ne permettent pas de distinguer ceux qui proviennent des écueils, sont absorbés ou éteints à cause de leur polarisation partielle à la surface du liquide. (Annuaire du Bureau des longitudes, 1858.) — Quelques nouvelles observations (10 janvier 1855) m'ont appris que la lumière réfléchie n'est souvent que très-faiblement polarisée, surtout lorsque l'incidence est très-grande. L'emploi du polariscope pour distinguer la simple réflexion et le mirage n'est donc pas toujours possible.

ment une image par réflexion et une image par réfraction. Les deux images ne sont alors pas exactement superposées; elles forment un tout assez confus et qui peut singulièrement tromper au premier abord. Cette simultanéité des deux images était surtout remarquable le 1^{er} janvier 1856. Le matin, vers 9 heures, on voyait un mirage assez prononcé, mais ne présentant aucune circonstance particulièrement curieuse. A midi, les images étaient beaucoup plus complètes, les rives du lac entre Clarens et Vevey paraissaient comme dans les matinées d'octobre ou de novembre, les plus favorables au mirage. Cette variation du matin à midi, le 1^{er} janvier, était une anomalie frappante; car l'on voit toujours le mirage diminuer pendant la journée et s'évanouir pendant l'après-midi. En outre, à ce moment-là, les images paraissaient *diminuer* à mesure qu'on *approchait* l'œil de la surface de l'eau; elles s'agrandissaient par un déplacement contraire. C'était exactement l'inverse de ce qui arrive — comme on le verra plus tard — lorsqu'on observe des images par réfraction. Ces anomalies m'étonnèrent au premier abord; mais je m'aperçus bientôt qu'il y avait les deux genres de réflexion et que le lac était réellement très-calme et parfaitement uni dans le voisinage des rives. En élevant l'œil au-dessus du liquide, les images par réflexion étaient produites par des rayons qui touchaient la surface de l'eau dans sa portion calme et ces images se montraient avec assez de netteté, en même temps que les mirages s'évanouissaient. En se rapprochant du liquide, au contraire, les rayons qui auraient pu arriver à l'œil après s'être réfléchis venaient toucher la surface de l'eau dans des points beaucoup plus éloignés de la rive et où cette surface était un peu ridée. La réflexion ne se produisait donc plus et le mirage se montrait seul avec des dimensions beaucoup plus faibles que celles des images visibles de points plus élevés.

En observant à l'aide d'un prisme biréfringent les images superposées du mirage et de la réflexion, on rendait plus sombre la partie de cette image complexe due à la réflexion, tandis que le mirage se conservait sans altération sensible.

Après ces quelques observations générales relatives au phénomène du mirage, je discuterai dans une seconde partie de ce travail, les observations que j'ai faites relativement à la température des couches d'air à la surface de l'eau et celles qui se rapportent aux mesures angulaires des images prises dans des circonstances variées.

