

DISSERTATION SUR LA CAUSE DE L'ECHO.

*Qui a remporté le Prix à l'Academie
Royale des Belles Lettres , Sciences
& Arts , pour l'Année 1718.*

Par M^r. L'ABBE' DE HAUTEFEUILLE.

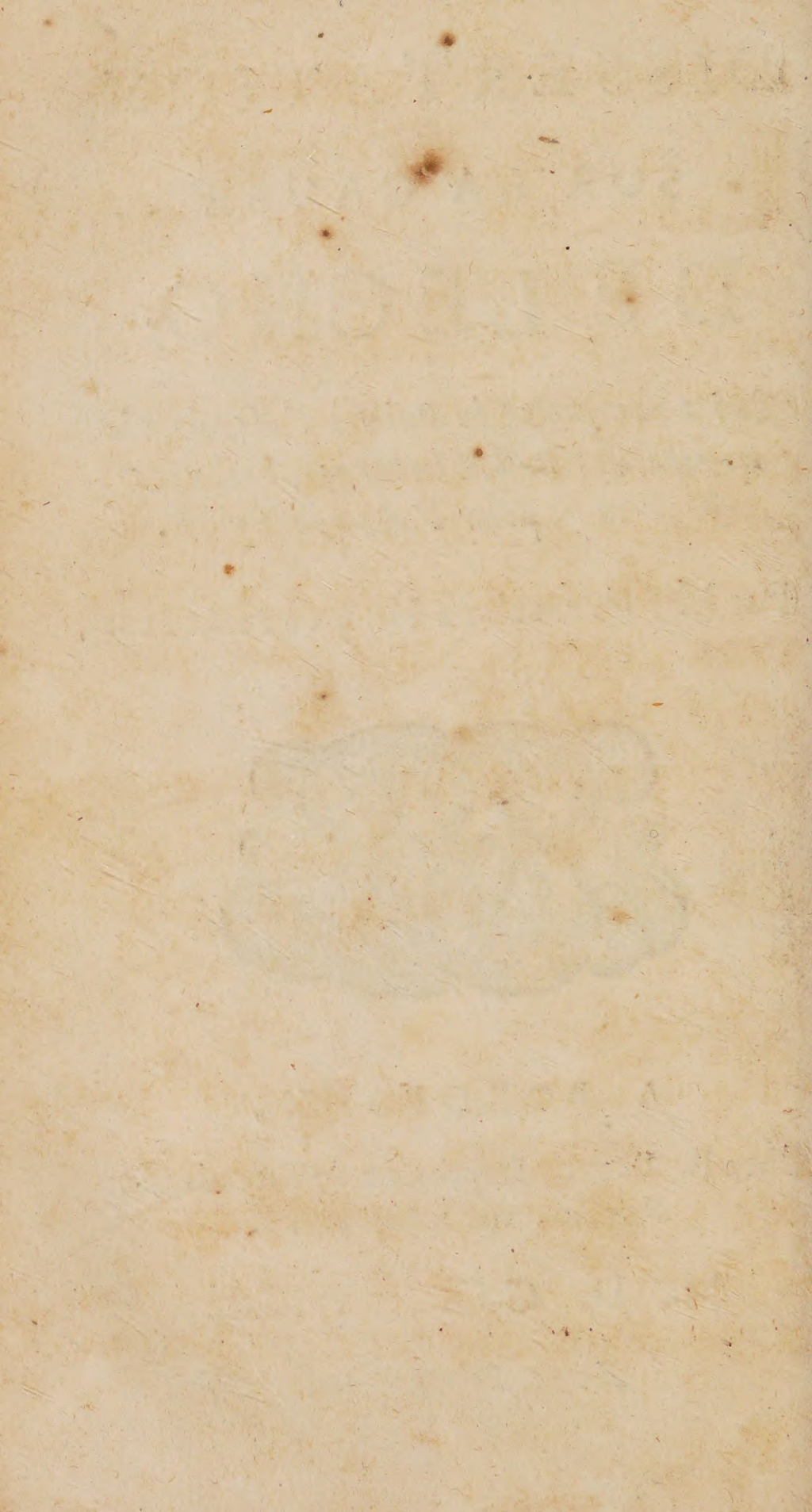


A BORDEAUX ;

Chez R. BRUN , Imprimeur de l'Academie
Royale , rue Saint James.

M. D. C. C. XVIII.

Avec Permission.





LA Phisique offre aux Scavans diverses questions à éclaircir, sur lesquelles les progresz faits dans cette Science ne sont pas encore sensibles. Celle de l'Echo est de ce nombre; les Phisiciens de cabinet sont au niveau de ceux de l'école sur cette matiere; ce n'est pas qu'elle n'ait été assez souvent traitée, tous les Livres nous en parlent. mais ils ne nous en aprennent rien. En mettant à l'écart les partisans des qualitez occultes, ou (ce qui revient au même) des vertus sonantes & resonantes, l'Echo, si nous en croyons nos Auteurs les plus

habiles, ne consiste que dans la reflexion du Son ; mais qui ne s'aperçoit de la fausseté, ou tout au moins de la defectuosité de cette definition. L'experience nous enseigne que si l'on parle au devant d'une muraille si haute & si large que l'on voudra, supposons la même de marbre le plus dur & le plus poli, l'Air mû & modifié qui forme la Voix sera poussé contre cette muraille, & sera ensuite reflechi, sans qu'il y ait d'Echo. Ainsi quoi qu'on ne puisse pas disconvenir que la reflexion de cet Air mû & modifié ne soit nécessaire pour produire l'Echo, il faut aussi avouer qu'il est évi-

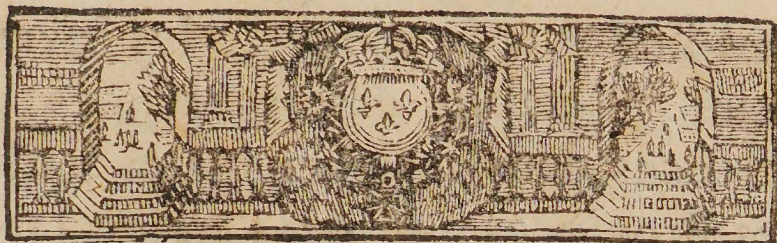
dent que cette reflexion ne
suffit pas pour expliquer la
nature de ce Phenomene.
Cette difficulté se presente
dabord. Il faut donc su-
pléer quelque chose à cette
definition ; & ce qu'il y faut
supléer , sera précisément
ce que l'on demande.

C'est par cette conside-
ration que l'Academie propo-
sa pour sujet du Prix dans
son dernier Programme l'expli-
cation de la cause de l'Echo.
Monsieur l'Abbé de Haute-
feuille a lieu d'esperer que la
sienne sera reçûe favorable-
ment du Public. Les Systèmes
en Physique n'ont jamais une
certaine évidence ; mais
quand même de plus heuren-

ses découvertes prouveroient dans la suite qu'il s'est trompé, on ne scauroit lui refuser la gloire d'avoir établi le premier sur cette matiere un Système qui n'est pas attaquable par l'objection frapante dont on vient de parler, objection que tous les Auteurs avant lui semblent n'avoir pas sentie, ou pour parler plus juste, que vrai-semblablement ils ont dissimulée, faute de pouvoir la résoudre par leur principe. Ce Système est encore recommandable par deux endroits, par la nouveauté, & par une analogie continuelle du Son avec la Lumiere. Cette analogie a quelque chose de satisfaisant

pour l'esprit, nous la goûtons
pour ainsi dire par instinct,
avant que de l'avoir dévelo-
pée par nos reflexions; c'est
peut-être à ce qu'elle a de se-
duisant, que l'Auteur de la
recherche de la vérité doit
une partie de l'estime que l'on
a eue pour son Système sur les
couleurs sitôt qu'il a paru.
On pourroit aisement trouver
la source de cette prévention;
la Métaphisique nous apprend
que la variété infinie dont la
nature diversifie ses ouvra-
ges, n'est qu'un prestige sous
lequel elle nous cache un ca-
ractere d'uniformité qu'elle
leur imprime à tous en les pro-
duisant, & que si nous par-
venions à l'y apercevoir,

nous decelerions bientôt tout son mechanisme; d'où il suit que tous les Systèmes particuliers sur les divers Phenomenes ne seront marquez du sceau de la verité, qu'à mesure qu'ils nous fourniront des rapports entr'eux qui les fassent dependre d'un Systeme simple & universel, dont la nature ne s'écarte jamais dans ses productions. Parvenus que nous serions à la connoissance d'un certain nombre d'analogies entre deux de ses principaux Phenomenes, tel que le Son & la Lumiere: les secours que nous fournit l'Algebre pourroient bien la reduire à travailler bientôt à decouvert.



DISSERTATION
SUR L'ECHO.

A MESSIEURS
*les Directeur, Secrétaire
& Academiciens de l'Academie
Royale des Sciences
de Bordeaux.*

MESSIEURS,



L y a aarence que dans
peu de siecles, les Scien-
ces & les Arts parvien-
dront à une grande per-
fection, parce que les Rois, les
Souverains de plusieurs Nations,
les Princes, les Grands Seigneurs,
les Particuliers riches & curieux se

A

font honneur de protéger les Inventeurs , d'établir des Academies de Sciences dans les principales Villes des Provinces , & de s'en déclarer les Protecteurs ; & de proposer des Prix , pour être distribuez à ceux qui produiront quelque chose de nouveau dans les Sciences & dans les Arts.

Un des plus beaux endroits de l'Eloge de Monsieur le Duc de la Force , & qui rendra son Nom recommandable à la posterité, independamment de sa Naissance & de ses autres grandes Qualitez , est d'avoir le premier, que je sçache , proposé un Prix , & gratifié d'une Medaille d'Or , ceux qui trouveront quelque chose de nouveau dans la Phisique.

Il en fera de même de Monsieur Rouillé de Meslay , qui a legué par son Testament à Messieurs de l'Academie Royale des Sciences de Paris cinq mille livres de rentes , ou le fonds de cent vingt-cinq mille li-

vres , à condition qu'ils proposeroient tous les ans deux Prix , & les donneront à ceux qui auront le mieux réüffi sur un Traité de Philosophie , dont il explique les Sujets dans son Testament , avec cette circonstance remarquable , qu'ils seront delivrez à ceux qui auront le mieux réüffi par Raison & non par Eloquence. Cet habile Homme ayant bien reconnu , qu'il y a une très-grande difference , entre les choses fondées sur la Raison , & celles qui dependent de l'Eloquence ; ces dernieres étant d'une très-petite consideration en comparaïson des autres.

L'exemple de Monsieur le Duc de la Force , & celui de Monsieur Rotüillé de Meilai , engageront , dans la suite des temps , plusieurs personnes à faire de semblables Fondations , qui serviront pareillement à executer les Essais & les Experiences des Decouvertes & des In-

ventions nouvelles , qui seront proposées aux Academies des Sciences , par les Externes & les Etrangers ; ce qui excitera une grande émulation entre les Sçavans & les Curieux de toutes les Nations.

De cette manière les Sciences & les Arts , parviendront bien-tôt à leur plus haut degré de perfection , pourveu que ces revenus soient fidèlement administrez , & ces Prix accordez au vrai merite , & non point à la faveur , & par des vûës intéressées.

Monfieur le Duc de la Force vous laisse , Messieurs , le soin de choisir les Sujets sur lesquels on doit travailler ; & quoi qu'il soit très-capable d'en juger , il vous abandonne le droit de decider du merite des Ouvrages qui seront envoyez , parce qu'il est convaincu de vôtre équité , de vôtre discernement , & de vos profondes lumieres dans la belle Phisique.

Vôtre dernier Programme annonce au Public , que vous destinez cette Medaille , pour celui qui donnera le Siftême le plus probable sur la cause de l'Echo , & qui expliquera de la maniere la plus vrai-semblable ses divers Phenomenes. Il y est judicieusement exprimé , que vôtre Academie souhaite trouver du nouveau dans les Dissertations qu'elle recevra ; & c'est avec une très-juste raison , parce que si on ne vous envoie que des pieces d'Eloquence , de petits Traitez curieux , tels qu'un Regent les dicte à ses Ecoliers , des Compilations ou Extraits , tirez des Auteurs qui ont écrit sur ces matieres , sans aucune nouveauté , ils ne vous apprendront rien , ne seront utiles , ni au Public ni à la posterité , & ne meriteront point cette Medaille.

Tous les Philosophes anciens & modernes , qui se sont appliquez à la recherche de la veritable cause de

l'Echo , ne l'ont point trouvée. Les Anciens n'ayant aucune connoissance de la Dioptrique , des Lunetes d'approche , de la Lanterne magique & de la Chambre obscure des Astronomes , n'en pouvoient certainement faire la decouverte. Les Modernes qui ont connu l'effet de ces Instrumens n'y ont eu aucune attention , & n'ont point songé à le comparer avec celui des Echos. Un Objectif exposé au Soleil , réunit dans son foyer les rayons qui passent au travers , & y represente l'image de cet Astre. Un Miroir concave , réunit aussi les rayons du Soleil dans son foyer ; mais comme ils ne peuvent être reçûs dans un lieu obscur , & que leur effet principal est de brûler , de fondre & de vitrifier toute sorte de corps. Les Sçavans n'ont point pensé à comparer cette réunion des rayons de la Lumiere avec celle des ondulations de l'Air , qui produisent les Sons.

Uniquement attentifs aux effets de la Planocatoptrique & à son principal Axiome ; que l'angle d'incidence est égal à l'angle de reflexion. Ils ont bâti une multitude d'Echos imaginaires , qui ne sont point dans la nature , & qui n'y peuvent être. Ils en ont donné plusieurs figures , & entr'autres celle de la Voix , qui après sept ou huit reflexions , de plan en plan & de mur en mur , revient enfin à l'oreille , après avoir produit un Echo ; ce qui est absolument faux , & la plus grande partie de ce qu'ils ont avancé sur ce principe.

Il est vrai-semblable que ce qui les a engagez dans cette erreur , est l'opinion d'Aristote qu'ils ont suivie , lequel a pensé la même chose , & comparé les Sons à une balle poussée dans un Jeu de paume , laquelle est réfléchié autant de fois qu'elle rencontre. de corps qui lui résistent. Cette comparaison est

assez juste, si on n'a égard qu'au simple Son, mais elle ne convient point du tout à l'Echo, la seule reflexion de la Voix & des Sons n'en pouvant produire aucun.

Je ne rapporterai pas les différentes opinions des Philosophes sur l'Echo, parce qu'elles sont insoutenables, & quelqu'unes absurdes, comme celle d'Alexander Aphrodisius, lequel veut que l'Echo provienne des playes faites à l'Air, par des coups & des percussions continues & enchainées les unes aux autres, qui étant réitérées plusieurs fois; reviennent enfin à l'oreille.

Aristote s'est expliqué si obscurément sur l'Echo, qu'il est inintelligible. Les Professeurs de Conimbre ses Interpretes, qui aparamment ne l'ont point entendu, sont encore plus obscurs.

Les Peripateticiciens & les Philosophes de l'Ecole, qui, dans les choses obscures, pour cacher leur ignorance,

ignorance , se servent des termes , de qualitez ocultes , de vertus cachées , qui disent , que le Son est une qualité passible , laquelle n'est sensible qu'à l'oreille , & qui provient de la Vertu sonative des corps mis en mouvement ; ces Philosophes, dis-je , sont-ils capables de trouver la cause veritable de l'Echo ?

Le celebre Otto de Guerik , dans son Livre *de Vacuo Spatio* , dit au Chapitre, *de virtute sonante & resonante* , que l'Echo est une vertu sonante , admise dans un corps capable de recevoir le Son avec toutes ses qualitez , & qui est renduë derechef avec toutes ses qualitez. Il ajoute qu'il ne faut point attribuer l'Echo à la situation des lieux, mais à une vertu cachée , qui se trouve dans un sujet capable de le produire ; qu'il ne sçait , si ce sujet est de pierre ou de quelqu'autre matiere , & que cela n'est connu de personne ; mais qu'enfin , il viendra , sans doute , un jour

où l'on fera cette decouverte ; de la même maniere que l'on a trouvé la pierre de Bologne , qu'aucun homme n'auroit pu croire propre à être imbibée de la lumiere du Soleil , de la conferver quelque temps , & d'être transportée d'un lieu dans un autre. Qui osera nier , ajoute-t'il , que l'Os petreux qui se trouve dans l'oreille des animaux , n'est point ce *materiatum quid* , cette matiere propre à recevoir en soi , la vertu du Son , & de produire un Echo dans les oreilles ? car ce n'est pas seulement cet Os petreux , qui a la vertu du Son & de l'Echo , il y a d'autres pierres & d'autres matieres que nous ne connoissons point , qui ont la même vertu.

Quoique ce Philosophe du dernier siecle ait été fort sçavant , & que nous lui soyons redevables d'un grand nombre de belles & curieuses experiences qu'il a faites dans le Vuide , on peut dire qu'il a été

aveugle , & qu'il s'est égaré sur l'Echo. Tous les corps de la nature sont capables de réfléchir le Son , de le réunir dans un foyer , & de produire l'Echo ; ce *materiatum quid est* imaginaire , l'Os petreux n'a pas plus cette propriété que les autres. Ceux qui sont mous & fort poreux ne laissent pas que de réfléchir les Sons. L'expérience fait connoître que les arbres & les toits , couverts de neige & de givre , réfléchissent la Voix , & produisent des Echos , mais plus foiblement.

Fromondus , Kirker , Gaspard Schott , Monsieur Perrault & d'autres Philosophes ont bien expliqué la maniere dont le Son est produit par les ondulations de l'Air , & comment elles vont & reviennent à la rencontre des corps solides ; mais pour la production de l'Echo , ils n'ont point établi d'autre cause que la reflexion des Sons , qui seule ne suffit pas.

Kirker un des plus habiles du dernier siecle , & qui s'est fort appliqué à la recherche de la véritable cause de l'Echo , dit dans son Livre de la Musurgie , que pour la trouver il a couru les Campagnes & les Forêts ; escarpé les Montagnes & les Rochers ; traversé la Mer , les Lacs & les Rivieres ; qu'il a marché dans les Terres incultes & labourées , dans les Champs aplanis & sillonez ; qu'il a visité les Bâtimens antiques & modernes ; examiné les Puits , entré dans les Cavernes ; que l'Echo lui a causé des peines infinies ; que lors qu'il étoit fort proche de cette demie Déesse , elle s'enfuyoit ; que plus il couroit après , plus elle s'éloignoit ; s'il la gratieusoit & lui disoit des douceurs , elle se moquoit agréablement de lui ; si ceux de sa compagnie la traitoient rudement & l'accabloient d'injures , elle ne leur repondoit rien ; quelque fois il la trouvoit en belle humeur , & cette
babillaarde ,

babillarde , pour une parole , lui en rendoit plusieurs ; qu'afin d'apri-voiser cette Nimphe fugitive , il lui a souvent donné des concerts de musique , composez de Voix & de toute forte d'Instrumens ; mais que cette sauvage accoûtumée à la demeure des lieux folitaires , a rendu tous ses travaux inutiles. Ce qui le fit enfin refoudre à user de violence avec elle , & pour la contraindre d'adherer à ses desirs , il appella à son aide la Geometrie Anacamptique ; c'est-à-dire , la Science de la Voix & des Sons reflechis. Par son entremise , il a pretendu expliquer tous les Phenomenes de l'Echo , mais la plus grande partie de ce qu'il dit est faux ou insoutenable. Il auroit mieux fait d'appeller à son secours la Catoptrique Caustique & la Dioptrique ; mais cette derniere n'étoit encore qu'une beauté naissante , dont les graces & les agrements étoient peu connus , & qui depuis a

prodigué ses faveurs à tout le monde.

Ce Philosophe & les autres Sçavans n'ayant pensé qu'à la seule reflexion de la Voix & des Sons, on ne doit pas être surpris qu'ils se soient trompez, & qu'ils n'ayent point trouvé la véritable cause de l'Echo. Les Miroirs plans reflechissent les rayons de la lumiere, mais ils ne les réunissent point dans un foyer, & ne peuvent jamais représenter l'image du Soleil.

La production de l'Echo consiste non seulement dans la reflexion des ondoyemens de l'Air, ou des rayons sonores, si j'ose me servir de ces termes, qui ne sont point encore en usage; mais dans leur réunion en quelque endroit, que j'appelle foyer, par Analogie à celui des Objectifs & des Miroirs concaves.

Si les corps qui reflechissent la Voix sont disposez de telle sorte qu'ils renvoient les ondulations de l'Air paralelles, il ne s'en fera au-

cune réunion , & par consequent point d'Echo , qui est le contraire de ce que tous les Philosophes ont écrit jusqu'à present.

Si ces corps les reflechissent convergens , elles produiront un foyer , & la Voix s'entendra une seconde fois ; parce que le mouvement imprimé à l'Air par la langue , les levres , le larynx &c. se trouve dans ce foyer , precisement de la même maniere qu'il étoit au sortir de la bouche ; ce qui seroit une raison plus solide que celle des anciens Philosophes , qui ont appellé l'Echo , la fille & l'image de la Voix. Ce mot d'image ne lui convient point , & ce n'est qu'improprement & par Analogie que ce nom lui peut être donné , puisqu'on ne voit dans ce foyer ni couleurs , ni traits , ni lineamens.

Pour faire concevoir plus clairement ce qui arrive aux agitations de l'Air , les Sçavans anciens & mo-

dernes ont proposé les Encielies ou cercles qui se font sur la surface de l'eau , lors qu'on y jette des corps pesans. Une pierre en tombant dans un Lac , un Etang ou une Riviere tranquille enfonce l'eau qu'elle rencontre à la superficie , & toute la colonne jusqu'au fonds , laquelle resistant , pousse celle qui est aux environs , & l'oblige à s'élever plus haut que la surface ; ce qui fait voir un petit cercle d'eau , lequel venant à s'affaïsser , en produit un troisiéme qui est plus grand ; & ainsi de suite , jusqu'à ce que ces cercles augmentant toujours de grandeur , & diminuant de force & d'élevation , deviennent enfin imperceptibles.

Si on jette une pierre dans le milieu d'un bassin de fontaine , elle produit des cercles qui s'étendent jusqu'aux bords , où étant parvenus , ils sont reflechis , & il s'en fait de nouveaux oposés aux premiers , parce qu'ils diminuent continuelle-

ment de grandeur. Lorsque le plus petit arrive proche le centre , il fait hauffer l'eau au dessus de la superficie , & y produit une petite élévation , que l'on pourroit comparer à l'Echo , parce qu'il produit un effet semblable à celui de la pierre. Cette petite montagne d'eau , en retombant par son poids , oblige celle qui est dessous de s'élever aux environs , & de faire de nouveaux cercles , qui s'écartent à la ronde , & vont toujours en augmentant comme la première fois. Etant arrivez aux bords , ils sont derechef poussez au centre ; ce qui continuë de la même maniere , tant que dure le mouvement imprimé à l'eau.

Quoique Monsieur Perrault dans son *Traité du bruit* , n'aprouve pas que l'on compare ces Enciclies aux ondulations de l'Air , & qu'il s'étende beaucoup à en faire connoître la difference. Je suis persuadé que cette comparaison est admirable , pour

donner une idée claire & distincte de la formation de l'Echo. Les ondoyemens de l'Air formez par la Voix s'écartent à la ronde, diminuent continuellement de force, & elle cesse enfin d'être entendue.

S'il se rencontre des corps qui en réfléchissent plusieurs dans un centre, la Voix y est reproduite une seconde fois, ce qui vient, de ce que le mouvement imprimé à l'Air par les poumons, la langue, les dents &c. est précisément le même dans ce foyer, qu'il étoit au sortir de la bouche. Un objet peint de diverses couleurs est représenté au foyer d'un Objectif, & son image y est très-ressemblante, parce que tous les rayons de la lumière, qui tombent sur chaque point de cet objet, vont se réunir en autant d'autres points.

Il en est de même de la Voix & des Sons. Chaque point physique de l'air mis en mouvement s'étend de

tous côtez , & forme en quelque maniere des pinceaux optiques , ou plutôt sonores , qui ne sont point confondus , & les uns ne détruisent pas les autres. Descartes , le Prince des Philosophes modernes , dans sa Dioptrique a démontré que les rayons de la lumiere ne se confondent pas , & ne s'oposent point les uns aux autres.

Si ces agitations de l'Air tombent sur un corps qui les reflechissent paralleles , il ne se fait aucun Echo. Lors qu'elles entrent dans l'oreille , elles sont réunies d'une façon particuliere & differente de celle du cristallin , qui réunit les rayons des objets sur la Retine. J'expliquerai quelque jour , avec l'aide de Dieu , comment se fait cette réunion dans l'oreille , & l'usage des trois Osselets.

Si ces ondulations de l'Air rencontrent un corps concave propre à les reflechir , elles sont renvoyées convergentes , & ces points phisi-

ques sont réunis en autant d'autres points ; ce qui doit reproduire , & faire entendre les mêmes Sons. Comme toutes les Voix , même les plus ressemblantes , ont toujours quelque petite difference , & que les Echos les repetent , telles qu'elles sont au sortir de la bouche , l'oreille les discerne parfaitement bien , à moins qu'il n'intervienne quelque autre cause particuliere.

Si on me demande quel est ce mouvement des ondulations de l'Air , & en quoi consiste la modification de la Voix & des autres Sons ; & ce qui les constituë tels , je répondrai sincerement que je n'en sçais rien , non plus que les Philosophes ne sçavent point quel est le mouvement de la lumiere , qui fait le bleu , le rouge , le vert & les autres couleurs , & qu'il leur seroit impossible , en voyant des cercles sur la surface de l'eau , de connoître s'ils ont été formez par des pierres rondes ,

des , triangulaires , carrées , pentagones , hexagones , &c. & de distinguer les uns d'avec les autres , quoique réellement & en eux-mêmes ils soient très-differens. Tous les Sçavans conviennent que la modification du mouvement de l'Air qui produit les Sons & la Voix est peu connu , parce qu'il ne tombe point sous le sens de la vûë , & que l'oreille ne peut l'apercevoir à cause de sa promptitude & de la vitesse du ressort de l'Air.

Il n'est pas nécessaire pour avoir une idée claire & distincte de la véritable cause de l'Echo , de connoître cette modification de l'Air , qui produit la Voix & les Sons , il suffit de sçavoir que le mouvement de l'Air , quel qu'il soit , se trouve exactement le même dans le foyer des rayons sonores , & tel qu'il étoit au sortir de la bouche : que de chaque point physique de l'Air ému , il s'écarte à la ronde des agitations ,

dont plusieurs venant à se réunir, elles forment une seconde Voix, semblable à la première, toutes choses supposées égales.

Si cette seconde Voix est réfléchié dans un autre foyer, elle en produira une troisième, celle-ci une quatrième; & ainsi de suite tant que durera l'agitation de l'Air. On voit le même effet dans les Lunetes d'approche, composées de plusieurs Oculaires convexes; le premier reproduit l'image du Soleil que l'Objectif avoit formée; le second fait paroître celle du premier; le troisième celle du second, & ainsi des autres. Si ces verres étoient d'une même puissance, toutes ces images seroient de la même grandeur, mais elles n'auroient pas la même clarté, elle iroit toujours en diminuant, & ces images deviendroient à la fin si foibles & si obscures, que l'œil ne pourroit plus les apercevoir.

Voilà précisément ce qui arrive

dans les Echos. Si les rayons sonores de la Voix rencontrent des corps qui la reflechissent dans un foyer, elle sera resuscitée, selon l'expression de quelques Auteurs. S'il s'en trouve d'autres à l'opposite, qui la reflechissent dans le même foyer ou dans un autre, on entendra une troisième Voix, celle-ci en produira une quatrième; & ainsi de suite, tant que durera le mouvement des ondulations de l'Air. Le P. Mersenne, dans son Harmonie universelle, dit qu'il y a un Echo dans la vallée de Montmorency, proche le Château de Monsieur d'Ormesson, qui repete la Voix quatorze fois pendant la nuit, & sept fois pendant le jour. Celui de Charenton, proche Paris, fait à peu près le même effet. Quelques Auteurs ont écrit qu'il se trouve des Echos qui la repètent vingt & trente fois; ce qui est possible, selon sa force & la disposition des lieux.

Cette repetition de la Voix , tant de fois réitérée , peut encore provenir d'une autre cause , si elle rencontre des corps à diverses distances , qui la réunisse en plusieurs foyers , éloignez les uns des autres , elle sera reproduite plusieurs fois par differens intervalles. Si ces foyers sont dans une égale distance , la Voix ne sera point entendüe distinctement , & ne fera qu'un bruit confus.

On peut apercevoir à la vûë un effet à peu près semblable dans le bassin d'une fontaine , dont les bords ne sont pas ronds , mais figurez en coquilles , ou de quelqu'autre maniere inegale ; si on jette au milieu une pierre , il se fera des cercles qui s'écarteront à la ronde , & arrivant aux bords seront réunis , non dans le centre du bassin , mais en plusieurs centres , & autant qu'il y aura de coquilles ou de corps qui les auront reflechis. Il en est de même de la Voix , si elle rencontre des
corps

corps , qui la reflechissent en plusieurs foyers , il y aura plusieurs Echos , qui paroîtront plus ou moins éloignez , plus forts ou plus foibles , selon qu'ils seront près ou loin , & la quantité des rayons sonores qui seront réunis.

Quoique les Phenomenes de l'Echo soient en grand nombre & très-differens , il n'y en a pas un seul qui ne puisse être expliqué par la réunion des ondulations de l'Air dans un foyer. Il y a des Echos foibles , qui à peine se font entendre , d'autres dont la force est si grande , qu'ils rendent la Voix plus forte qu'elle n'étoit au sortir de la bouche. Les premiers n'ont que très-peu d'ondoyemens de l'Air ramassés dans leur foyer , où le font imparfaitement. Les derniers en ont beaucoup & bien disposés , de même que les excellens Objectifs réunissent exactement un grand nombre de rayons lumineux , & que les mauvais en

réunissent peu ou très-mal.

Si la disposition des lieux est telle, qu'il y ait une grande quantité de rayons sonores exactement réunis, ou que le foyer soit à l'entrée de quelque caverne ou conduit qui aille en s'élargissant, la Voix sera aussi grosse que si elle avoit été formée dans une Trompette parlante.

On dit qu'il y a des Echos qui rendent la Voix tremblante. Le Son du jeu des Orgues, que l'on appelle tremblant, est produit par le moyen d'une soupape appliquée sur un tuyau, coupé de biais ou en talu, qui le rend facile à être ouvert ou fermé. Les feuilles des arbres, qui sont dans un continuel mouvement, peuvent rendre la voix tremblante. On en fera certain, si pendant l'Hiver où les arbres sont dénués de feuilles, l'Echo cesse d'être tremblant.

S'il est vrai qu'il y ait des Echos

qui rendent la voix plaintive, & à peu près semblable à celle d'une personne souffrante. Cet effet peut provenir de la situation des lieux qui produisent plusieurs foyers inégaux proche les uns des autres, & reflechissent la Voix si promptement, que l'oreille l'entend d'abord plus forte, & ensuite plus foible, & toujours en diminuant.

Quelqu'uns assurent qu'il y a des Echos moqueurs & risibles, qui rendent la Voix pareille à celle d'un homme qui rit en se moquant. Ceux-ci doivent avoir, comme les précédens, plusieurs foyers inégaux, & diversément éloignés. L'oreille entendra au commencement la Voix foible, & dans la suite en augmentant.

Je ne voudrois pas jurer que toutes les histoires & les faits rapportez par differens Auteurs sur les Echos fussent bien véritables. J'ai remarqué qu'ils ne conviennent pas même

entr'eux ; Froissard qui a donné les Antiquitez de Rome , dit que sur le chemin appellé *Via Appia* , il a entendu un Echo admirable , dont il raporte les particularitez. Kirker , Schott & Forestus assurent qu'ils s'y sont exprés transportez , & qu'ils n'y ont aperçû aucun Echo ; ce qui me fait douter de la plûpart des choses que ces Sçavans ont publiées , & me donne lieu de croire qu'ils y ont ajoûté du merveilleux , ou qu'il y a de leur part un peu d'imagination , semblables à ces gens qui croient voir dans les nuages des figures d'hommes , d'animaux , de batailles , & d'autres choses qui n'y sont point ou très-imparfaitement , & que d'autres personnes voyent toutes différentes.

Les Philosophes anciens & modernes ont fort bien remarqué que les lieux concaves , creux , angulaires & enfoncez ont une grande disposition à produire des Echos ;

mais ils n'en ont point raporté d'autre cause que la seule reflexion. Ils ont dit que deux murs polis, élevez à angle droit rendoient un Echo plus fort, & ont aporté pour raison, qu'il y avoit deux reflexions. Ils devoient dire une réunion dans un foyer, qui est mon principe, & la véritable cause de tous les Echos, laquelle provient de la propriété que les lieux qui les produisent ont de réunir des rayons sonores dans un centre. Un Geometre qui, pour rendre raison de tous les effets des Miroirs concaves, diroit simplement qu'ils proviennent de la reflexion des rayons lumineux, sans parler de réunion dans un foyer, ne s'expliqueroit pas juste, & feroit connoître qu'il n'auroit pas une idée distincte de leur véritable cause.

Tous les puits profonds, revêtus de pierres larges & polies, rendent les Echos admirables. Kirker & Schott ont observé que celui qui est

dans la Cour du Palais Vatican à Rome, repete les paroles, quoique prononcées fort bas, & les fait entendre si distinctement, que l'on croiroit que ce sont des personnes qui parlent au fonds de ce puits; ce qui provient de la polissure des pierres dont il est fait, lesquelles renvoyent les ondulations de l'Air dans le centre de la circonference intérieure, depuis le haut jusqu'au bas, & y produisent plusieurs foyers, de la même maniere qu'un Miroir cylindrique concave reflechit les rayons qui tombent sur la surface intérieure, & fait paroître une ligne de lumiere dans sa longueur.

Il se fait pareillement dans toute la profondeur des puits, une ligne d'Echos, si cette expression est permise; c'est-à-dire, une grande quantité de réunions qui se font toutes ensemble, & rendent la Voix plus forte & plus distincte. Les puits qui ont de l'eau; & ceux qui sont cou-

verts , reflechissent la Voix plus fortement que les puits à sec & sans couverture , parce qu'il y a une double reflexion & une double réunion , produites par les côtez , par l'eau & le toit.

Les Echos se rencontrent presque toujours dans les bâtimens , dont les murs forment des angles , dans les Palais embellis de colonnes , de chapiteaux & d'autres ornemens d'Architecture , parce qu'ils sont plus propres à reflechir les ondoyemens de l'Air , & à les réunir en un foyer.

Les forêts & les bois qui n'ont point d'angles de concavitez , de creux & d'enfoncemens ne devoient pas en aparence produire des Echos, cependant c'est leur demeure ordinaire , & il s'y en trouve presque toujours. Il n'est pas difficile d'en rendre raison par son principe. Chaque tronc d'arbre reflechit les ondulations de l'Air de tous côtez , & il

y en a toujours quelqu'unes renvoyées dans un foyer, qui font un Echo ; & en quelque'endroit que la Voix soit placée autour de ces arbres, il y aura toujours quelques rayons sonores réunis, & par conséquent un Echo. On en fera pleinement convaincu, si on imagine que ces troncs d'arbres sont polis & de vrais Miroirs cylindriques convexes. En quelque'endroit qu'un flambeau soit placé, ils réuniront plusieurs rayons de lumière dans un centre, & en plus grande quantité ; si ces Miroirs sont placez d'une certaine maniere. Il en est de même de la Voix & des Sons réfléchis dans un foyer par ces troncs d'arbres qui produiront des Echos, lesquels cesseront, lorsque ces arbres seront abatus ; ce qui est confirmé par l'expérience.

Kirker dit en quelque'endroit de sa Musurgie, qu'il a entendu un Echo dans la campagne de Rome, proche

proche Frescati , où on ne voit point de colines , de maisons , ni d'arbres , mais seulement quelques arbustes & des champs labourez en sillons , & qu'y étant retourné dans une autre saison , il ne trouva plus cet Echo ; qu'en ayant cherché la raison , il aperçût que ces champs sillonnez avoient été aplatis , d'où il conclut que la cause étant ôtée , l'effet devoit cesser , & l'Echo disparaître.

Harstoferus , en son Livre intitulé , *Delicia Mathematica* , assure que dans la campagne de Nuremberg , proche le Cimetiere de Saint Jean , il entendit un Echo , dont il ne pût deviner la cause , parce qu'il n'y avoit ni maisons ni arbres , ni aucuns corps qui le pussent produire ; mais qu'ayant lû la Musurgie , il reconnut que cet Echo provenoit de l'élevation des fosses de ce Cimetiere. Leur disposition & celle de ces champs sillonnez réunissoient plu-

leurs ondulations de l'Air ; mais aparemment ces Echos étoient fort foibles , & bien differens de ceux dont parle Otto de Guerik.

Il raporte la relation de David Frolikius , qui entreprit de monter au sommet du mont Carpath en Hongrie , plus élevé que toutes les montagnes des Alpes , de la Suisse & du Tirol. L'Air y étoit si tranquille , que ses cheveux n'avoient pas la moindre agitation , quoiqu'il y eût un grand vent au dessous de lui , & que les nuages qu'il voyoit allassent fort vite ; qu'ayant tiré un coup de pistolet , il ne fit pas plus de bruit que s'il avoit rompu un bâton ; & qu'en descendant , lors qu'il se trouva au dessous des nuées , il tira un autre coup de pistolet , qui fit un bruit épouvantable , & aussi violent que celui d'un gros canon , par la quantité des Echos qui repondoient de tous côtez , & retentissoient dans les val-

lées voisines ; que ce bruit dura un demi quart d'heure , & qu'il crut que la montagne abîmoit sous lui.

Suposé que ce fait soit véritable , & que David Erolikius n'y ait pas ajoûté du merveilleux & un peu de faux , suivant la coûtume des Voyageurs , & même des Sçavans , à leur honte & au detrimement des Sciences & des Arts. On peut expliquer ces violens Echos , par les concavitez , les creux & les cavernes inseparables des montagnes , qui ayant réuni dans plusieurs foyers un grand nombre de rayons sonores , ont fait entendre tous ces Echos , lesquels en ont produit d'autres.

Je me suis , à cette occasion , proposé à moi-même deux difficultez ; la premiere , quelle quantité d'ondulations de l'Air est nécessaire pour produire le moindre Echo , je ne l'ai pû résoudre , je sçai seulement , que s'il est foible , il en faut peu , de même que pour produire

L'image obscure du Soleil , peu de rayons suffissent. Il est facile d'en faire l'experience , en couvrant d'un papier l'objectif d'une Lunette , auquel on aura fait un ou plusieurs petits trous , l'image du Soleil paroîtra dans son foyer , mais fort foible.

La seconde difficulté est de sçavoir , si deux Echos qui réunissent une même quantité de rayons sonores , mais dont le foyer de l'un est proche le corps reflechissant , comme de deux , trois ou quatre pieds , & l'autre éloigné de dix , quinze ou vingt ; si, dis-je , ces deux Echos sont differens en force , & lequel des deux est le plus fort. Une Lunette de vingt pieds represente les objets , plus grands & plus clairs , qu'une de trois ou quatre pieds. Suivant cette comparaison , un Echo , dont le foyer seroit plus éloigné , rendroit la Voix plus grosse & plus forte. Je ne suis pas de

de ce sentiment , je compare l'effet des Echos , à celui des Miroirs concaves , dont l'incendie , dans ceux qui ont le foyer proche de leur surface , est plus fort , que dans ceux où il en est le plus éloigné , quoi que leurs superficies soient égales.

La difference de ces effets a excité une grande dispute entre les Mathematiciens , à l'ocasion d'Archimede , qui , dit-on , brûla les Vaisseaux des Romains dans le Port de Siracuse , & se servit pour cela de Miroirs concaves. Le témoignage d'un grand nombre d'Auteurs dignes de foi , qui en parlent comme d'une chose indubitable , a donné lieu à quelques uns d'en soutenir la possibilité. Les autres ont démontré qu'un Miroir concave , qui réuniroit les rayons du Soleil à mille pas , ne pourroit embraser les matieres les plus combustibles ; & que pour mettre le feu à un Navire dans cette distance , ce Miroir devroit avoir sa

superficie d'une grandeur prodigieuse, dont l'exécution est absolument impraticable.

Les valées du mont Carpath peuvent être d'une si grande étendue, & disposées de telle manière, qu'elles ont pû réunir les ondulations de l'Air à une distance de mille pas, & y produire ces Echos violens de Frolikius; de même que si la surface de ces valées étoit polie, elle seroit capable de mettre le feu à des Navires. Mais il y a aparence que c'est la multiplicité des Echos, qui ont produit ces bruits épouvantables.

La réunion des ondulations de l'Air dans un foyer, est si évidemment la cause véritable de l'Echo, qu'il n'y a pas le moindre lieu d'en douter; & les Sçavans ne pourront faire aucune objection solide contre ce Système. Ils auront raison d'en souhaiter une plus ample élucidation, apuyée d'un plus grand nombre d'experiences, & un détail plus

circonstancié des agitations de l'Air ,
& du mouvement particulier qui
produit la Voix & les autres Sons.

Je pourrai , Dieu aidant , publier
quelque jour un Traité plus étendu
sur ce sujet , & sur les Sons en ge-
neral , demontrer la fausseté de ce
que les Auteurs ont écrit sur les
Echos artificiels , *monosyllabes* &
polysyllabes , *monophones* , *poli-
phones* & *éterophones*. En atten-
dant les Phisiciens , & ceux qui ont
dans l'ame cette disposition assez
rare , que Monsieur Perrault au
commencement de son Traité du
Bruit , appelle une liberalité & une
magnificence d'esprit, (qui fait qu'on
n'épargne & qu'on ne plaint point
la peine & le travail , que content
les choses qui ont beaucoup de no-
blesse & d'élevation , quoi qu'elles
n'ayent que peu d'utilité , telles que
sont toutes les nouvelles pensées &
toutes les decouvertes curieuses ;) ces
personnes pourront , dis-je , en at-

tendant , mediter sur ce nouveau Siftême , & s'apliquer plutôt à y donner des éclairciffemens , qu'à en faire de fausses critiques.

Tout ce qui appartient aux Echos & aux Sons en general , est , selon l'aveu de tous les Sçavans , un sujet de la Phisique encore fort obscur , & où il y a quantité d'inventions utiles à trouver , & de curieuses decouvertes à faire , que l'on ne fera de long temps , à moins que les Academies des Sciences ne fassent un grand nombre d'Observations , d'Essais & d'Experiences.

Je ne vous entretiendrai point , Messieurs , de plusieurs choses curieuses sur l'Echo - sophie & sur l'Echo - metrie , parce que vous le sçavez , & que les Livres des Auteurs qui ont écrit sur ce sujet en sont remplis. Comme vôtre Academie souhaite de trouver du nouveau dans les Dissertations qu'elle recevra , j'ai crû devoir m'apliquer uni-

quement à vous faire bien comprendre mon idée sur la réunion des rayons sonores dans un foyer. Je ne sçai, si j'aurai réüssi, il est difficile de s'expliquer clairement dans une matiere aussi obscure.

J'espere, Messieurs, que vous ne me refuserez pas la grace, de me faire sçavoir vôtre sentiment sur cette nouvelle Explication de l'Echo, & de m'envoyer vos objections & vos difficultez, je tâcherai de les refoudre, & de mériter vôtre aprobation & vôtre estime. Je suis avec un profond respect,

M E S S I E U R S ;

Vôtre très-humble &
trés-obéissant Serviteur * *

11

Je vous prie de m'excuser
de ne vous avoir rien écrit
jusqu'à présent. Je suis
très occupé par la tenue
de mon bureau, et j'ai
peu de temps à consacrer
à la correspondance. Je
vous envoie cependant
quelques nouvelles de
Paris. Tout va bien
ici. Les affaires commencent
à se remettre sur pied.
Je vous embrasse de
toute affection.

LES ÉDITIONS



