

DIAMILLA MULLER: STUDI E RILEVAZIONI DELL'OZONO NEL XIX SECOLO

L.BUFFONI*, C.MANGIANTI**, F.MANGIANTI DE ANGELIS***

*Osservatorio Astronomico di Brera, Milano

**Università degli studi La Sapienza, Roma

***Ufficio Centrale di Ecologia Agraria, Roma



1. Presentazione e profilo storico scientifico di Diamilla Muller

Diamilla Muller Demetrio Emilio, eclettico personaggio, laureato in ingegneria, ebbe contatti importanti sia con il mondo scientifico italiano ed europeo, sia con quello politico. Nacque a Roma nel 1826 da Gaetano Diamilla, che occupava una posizione importante presso la Santa Sede; questo fatto lo facilitò sicuramente ad acquistare familiarità con quell'ambiente costituito da persone di un certo livello sia nel campo politico che culturale dell'epoca. Nell'introduzione del libro *"Ricordi storici di un romano in occasione del XXV anniversario di Roma capitale d'Italia"*, si legge: *"Devo uno schiarimento al lettore benigno sul secondo cognome Muller aggiunto al patronimico Diamilla, poiché tutti i miei libri sono firmati coi due nomi. La famiglia Diamilla divide in due rami dai due fratelli Gaetano e Pietro. Unico figlio maschio di Gaetano, per interessi*

privati, nel 1853 fui autorizzato ad aggiungere al cognome Diamilla quello della mia consorte Muller. I successori di Pietro al cognome Diamilla hanno aggiunto per eredità quello di Magnelle. Prima del 1853 io firmava Demetrio Diamilla, in seguito Diamilla Muller ”.

Publicò numerosi lavori in vari campi della fisica terrestre e dell’astronomia; tra l’altro fu scelto dal grande astronomo Delaunay¹ come traduttore italiano del suo "Trattato elementare d'astronomia". Dal frontespizio di quest’opera edita nel 1854, si legge “UNICA VERSIONE ITALIANA AUTORIZZATA diretta dall'autore e compilata da D. Muller”.

Si hanno notizie d’altri numerosi interessi di Diamilla Muller, dall’archeologia alla numismatica, ma interessante è la sua partecipazione al movimentato mondo politico italiano. Questa sua attività è descritta nel libro “Politica segreta italiana 1863-1870” pubblicato a Torino nel 1880. In questo poderoso libro, circa 500 pagine, è descritta minuziosamente l’importanza e l’attività delle società segrete nel mondo politico.

Si sa con certezza che il Muller fece da intermediario tra Vittorio Emanuele II² e Giuseppe Mazzini³ nel difficile clima politico italiano dell’epoca. Nel febbraio 1863, come risulta dai documenti, egli fece da intermediario tra questi due personaggi per trattare la liberazione del Veneto.

Le pubblicazioni principali di Muller sono:

- *Le leggi delle tempeste (secondo la teoria del Faye*⁴), libro edito nel 1881
- *Variazione della declinazione assoluta e meridiani magnetici 1871*
- *Sulla probabile connessione tra le eclissi del Sole ed il magnetismo terrestre 1874*
- *Il congresso meteorologico di Lipsia 1873*
- *Physique du globe; recherches sur le magnetism terrestre 1870*

¹ Charles Eugene Delaunay (1816 - 1872) astronomo e matematico francese di grande notorietà. Importante la sua teoria del moto lunare che ha avuto grande ripercussione sullo studio dei moti planetari.

² Vittorio Emanuele II (1820 -1878) primogenito di Carlo Alberto di Savoia-Carignano e di Maria Teresa di Asburgo-Lorena, divenne re di Sardegna nel 1849 dopo l’abdicazione di Carlo Alberto. Fu proclamato re d’Italia nel febbraio del 1861 dal primo parlamento italiano riunitosi a Torino.

³ Giuseppe Mazzini (1805 - 1872) politico italiano. Indirizzatosi in un primo tempo agli studi di medicina, si laureò poi in legge, ma la passione per la politica ebbe presto il predominio. Aderì alla Carboneria e da quel momento ebbe inizio la sua grande attività per costituire l’unità d’Italia.

⁴ Hervé August Étienne Alban Faye (1814 - 1902) astronomo francese. Dal 1879 al 1888 fu ispettore generale dell’insegnamento superiore e dal 1891 presidente della Commissione Internazionale per la misura del grado.

- *Osservazioni sullo spostamento dell'ago magnetico in occasione dell'eclisse totale del Sole dell'11 dicembre 1871 visibile in Australia 1871*
- *Esplorazioni al Polo Antartico Memoria presentata alla Società Geografica Italiana nel 1872*
- *Biografia di uomini illustri*

Diamilla Muller fu non solo in corrispondenza, ma anche a diretto contatto con molti tra i più illustri astronomi del suo tempo. Tra i suoi principali corrispondenti figurano persone di spicco come Secchi⁵, Schiaparelli⁶ e Denza⁷ rispettivamente direttori del Collegio Romano, dell'Osservatorio astronomico di Brera e dell'Osservatorio di Moncalieri.

Da un'attenta lettura della corrispondenza che intercorse tra Secchi e Schiaparelli nell'aprile ed il maggio 1872, la figura di Diamilla Muller ne esce offuscata e il personaggio risulta decisamente negativo.

Il problema che dà l'avvio a queste lettere è l'organizzazione di una spedizione al traforo del Frejus sul Moncenisio per eseguire "studi relativi alla fisica della terra", come risulta nella pubblicazione di Denza del 1871 *“Programma delle osservazioni fisiche che verranno eseguite nel traforo del Frejus dai signori P. Angelo Secchi, Ing. Diamilla Muller, P. Francesco Denza”*. Denza definisce Muller come *“ingegnere già conosciuto in Italia pei suoi lavori sul magnetismo terrestre”*; l'opinione di Schiaparelli su questi lavori la si può leggere nella lettera inviata a Secchi del 12 aprile 1872: *“Siccome il Sig. Diamilla Muller crede che io sia suo nemico (perché ho protestato presso il P. Denza contro le castronerie che egli stampò nel Bullettino di Moncalieri sul magnetismo terrestre e che lo mostrano affatto ignorante di questa materia).....”*

Per effettuare la spedizione si doveva scegliere una persona d'alta affidabilità scientifica che dirigesse i lavori del progetto. La scelta cadde su Secchi, che accettò. Le osservazioni da farsi erano essenzialmente di due

⁵ Angelo Secchi (1818-1878) astronomo. Nel 1833 entrò nella Compagnia di Gesù. Nel 1850 divenne direttore del Collegio Romano. E' considerato uno dei fondatori dell'astrofisica. Assieme al Tacchini fondò la Società degli Spettroscopisti Italiani.

⁶ Giovanni Virginio Schiaparelli (1835 -1910) astronomo italiano. Fu direttore dell'Osservatorio astronomico di Brera in Milano dal 1862 fino al 1900. La scoperta nel 1861 del piccolo pianeta Esperia lo pongono in luce tra gli astronomi italiani; numerose e significative le sue ricerche tra cui spiccano gli studi su Marte e sulle origini delle stelle cadenti.

⁷ Francesco Denza (1834-1894) barnabita, astronomo e meteorologo. Nel 1895 fondò nel R. Collegio Carlo Alberto a Moncalieri un Osservatorio Meteorologico, nel 1891 fu incaricato della progettazione della nuova Specola Vaticana che diresse fino alla all'anno della sua morte.

tipi: magnetiche e sulla temperatura delle rocce. In seguito ad una serie di circostanze spiacevoli provocate dal Diamilla, Secchi rinuncia alla spedizione, sostenendo che il "*tunnel non scappa*" (28 aprile 1872). La spedizione fu quindi annullata.

Possiamo concludere che Diamilla Muller fu un uomo pieno di risorse, pronto di ingegno, abilissimo nell'intrigo e capace di legare alla propria sorte personalità eccezionali.

2. Scopo del lavoro

Passiamo ad esaminare il manoscritto inedito rinvenuto negli archivi dell'Ufficio Centrale di Ecologia Agraria, destinato al Ministero dell'Agricoltura, Industria e Commercio per il concorso bandito il 5 dicembre 1872 per "*una memoria di chimica applicata*".

Il tema svolto da Muller ha per titolo: *L'ozono chimico e l'ozono atmosferico. Sue applicazioni all'industria.*

Il lavoro rimase inedito, perché non terminato entro la data di scadenza del concorso.

Lo scopo del presente lavoro è rilevare le conoscenze chimico fisiche ed applicative che emergono dal lavoro originale. Tale disamina ha un'importanza storico scientifica, a parere degli autori, in quanto si pone come punto di partenza per le conoscenze sull'ozono nella seconda metà del 1800.

Considerato il poderoso lavoro e i numerosissimi argomenti trattati si è pensato in un discorso di economia concettuale e di attualità delle problematiche ozonometriche di limitare la nostra attenzione ai seguenti argomenti:

- Definizioni e proprietà dell'ozono
- Variazioni dell'ozono in funzione dei parametri meteorologici
- Variazioni dell'ozono in funzione dei diversi siti
- Applicazioni dell'ozono in campo medico e industriale

3. Definizioni e proprietà dell'ozono

Dopo alcuni cenni storici sulla scoperta dell'ozono ed elencazione delle ricerche sull'odore, l'autore passa ad illustrare la definitiva scoperta

dell'ozono. Il nome "*ozono*" (dal greco ozein = emanare odore) fu dato da Schonbein⁸ e compare per la prima volta nel 1840.

La trattazione prosegue nella descrizione dell'ozono come agente chimico. In particolare viene descritta la produzione per azione fisica, sottoponendo l'ossigeno a forti scariche della macchina elettrica, con l'elettrolisi per interazioni chimiche con un'interessante illustrazione dell'apparato adoperato da Muller per ottenere col fosforo una corrente d'aria azotata (Figura 1). L'effluvio condensato della scintilla d'induzione conclude l'elencazione dei metodi di produzione.

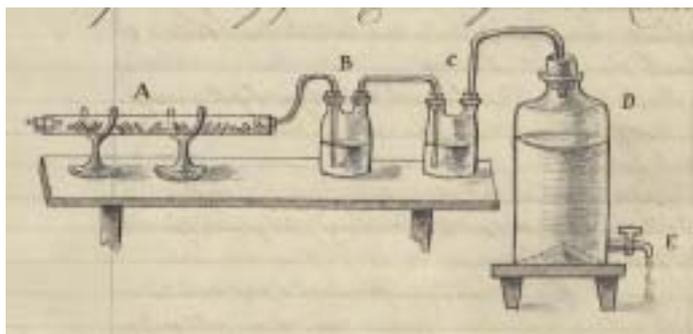


Fig. 1 – Disegno dell'apparato adoperato da Diamilla Muller tratto dal suo manoscritto: a) tubo di vetro contenente fosforo e acqua; b) lavatore per sciogliere l'acido ipofosforoso; c) recipiente contenente la sostanza che si vuole sottoporre all'azione dell'ozono; d) vaso d'acqua che mediante l'uscita del liquido pel rubinetto E determina una corrente di aria che entra in a' per ozonarsi al contatto del fosforo.

3.1 Colore e odore

L'ozono è incolore il suo odore è penetrante e nauseabondo; si potrebbe paragonare a quello del cloro, o del fosforo in combustione, a quello che emana dalla macchina elettrica e dalle punte metalliche quando da esse scoccano le scintille; anzi l'odore proveniente dalle scariche elettriche è prodotto dallo stesso ozono che si forma.

⁸ Christian Friedrich Schonbein (1799 - 1868) chimico tedesco. Tra le sue scoperte va annoverata quella del fulmicotone (cotone fulminante) la cui utilizzazione usata a scopi militari da una fabbrica inglese, fu poi proibita in seguito alla esplosione della fabbrica stessa.

3.2 Densità e potere elettrico

Soret⁹ ha dimostrato che la densità dell'ozono sia uguale a 1.658, presa l'aria per unità. Malgrado gli sforzi di Andrews¹⁰ e Tait¹¹, per ottenere l'ozono allo stato liquido, non si pervenne a produrlo altrimenti che allo stato gassoso

3.3 Calore

L'ozono al calore raggianti palesa un potere assorbente fortissimo. Sottoposto ad elevata temperatura, ritorna allo stato primitivo d'ossigeno ordinario, ed in tal caso il gas che lo contiene aumenta di volume in proporzione corrispondente alla diminuzione avvenuta nel momento della sua formazione.

Andrews intraprese delle ricerche accuratissime per determinare il grado preciso di temperatura nel quale l'ozono si converte in totalità in ossigeno ordinario, questa temperatura è di 237 gradi centigradi. Le sue ricerche furono ripetute da vari chimici, e molti di questi concordano, tranne piccole differenze, con quelle di Andrews; tuttavia Houzeau¹² nel libro *History of ozone and antozone* del 1873, avendo sottoposto dell'ozono, contenuto entro tubetti di vetro, chiusi alla lampada, all'azione di un bagno maria, a circa 80 gradi, trovò sufficiente questa temperatura per far perdere all'ozono il suo odore caratteristico e le sue proprietà attive.

Altre osservazioni praticate da Houzeau dimostrerebbero che la luce solare diretta sia capace di distruggere l'ozono mescolato con l'ossigeno ordinario.

⁹ Jacques-Louis Soret (1827 - 1890) fisico e chimico svizzero. Professore di fisica medica all'Università di Ginevra, confermò, nel 1864, la formula O₃ dell'ozono.

¹⁰ Thomas Andrews (1813 - 1885) medico, chimico e scrittore irlandese. Svolsse numerosi lavori sul comportamento chimico-fisico dell'ozono, cercando di determinarne la densità. Al suo lavoro di scienziato, abbinò una produzione saggistica che ebbe un rimarchevole peso nel futuro dell'istruzione universitaria irlandese in quanto volta contro l'ingerenza della Chiesa nel mondo universitario.

¹¹ Peter Guthrie Tait (1831 - 1901) fisico, chimico, matematico scozzese. Il suo lavoro segnò una tappa importante nello sviluppo della moderna fisica matematica. Membro della Royal Society of Edinburgh, ne fu Segretario Generale per 22 anni, dal 1879 al 1901.

¹² Jean Charles Houzeau (1820 - 1888) astronomo belga. Fu direttore dell'Osservatorio di Brussels dal 1876 al 1883, dopo una vita avventurosa passata trasferendosi in diverse nazioni.

3.4 Potere ossidante delle sostanze inorganiche

L'ozono è il più forte ossidante conosciuto. Ossida a freddo l'argento, lo stagno, il mercurio, l'antimonio, il bismuto, ed in generale tutti i metalli ossidabili, quando si trovano in presenza dell'umidità. L'antimonio dà luogo a formazione d'acido antimonico. Ossida direttamente il cloro, il bromo, lo iodio in presenza dell'acqua, formando con essi degli acidi ossigenati corrispondenti, ossida il fosforo, l'arsenico anche in assenza dell'umidità. Reagendo sui solfuri determina l'ossidazione del solfo, decompone i cloruri, i bromuri e gli ioduri. La presenza dell'umidità favorisce anche in questo caso la reazione. Da questo fatto è nata l'idea delle cartoline ozonometriche.

3.5 Azione sull'economia animale

L'ozono, secondo studi condotti da Scoutetten¹³, eccita i polmoni, provoca la tosse e la soffocazione, fino a causare la morte. Gli effetti nocivi dell'ozono sono simili a quelli del cloro. L'inalazione dell'ozono provoca affezioni catarrali. Nell'aria contenente solo una due millesima parte in peso d'ozono, secondo lo stesso Scoutetten, si produrrebbe una rapida infiammazione degli organi respiratori, in grado di determinare "*un turbamento in tutto l'organismo*".

3.6 Azione disinfettante

Esperienze rilevanti condotte da Scoutetten e altri scienziati, confermano l'azione disinfettante, dovuta al forte potere ossidante.

3.7 Applicazioni dell'ozono

L'idea di applicare l'ozono in medicina è nata dalle considerazioni, dopo studi e ricerche in Germania, che contadini, pastori e pescatori, raggiungono una età molto avanzata e sono affetti solo da malattie importate, quali il vaiolo. La ragione risiede nel fatto che essi vivono per lo più all'aria aperta, le loro abitazioni hanno una circolazione d'aria maggiore delle dimore in città. La corrente d'aria quando attraversa i boschi, i mari ed i monti trasporta con sé ossigeno. L'aria chiusa delle abitazioni contiene sostanze

¹³ (Robert Joseph) Henri Scoutetten (1799 - 1871) medico francese. Ha svolto numerose ricerche chimiche, meteorologiche fisiologiche e mediche sull'ossigeno elettrizzato. E' autore di una *Storia del cloroformio e dell'anestesia in generale*.

viziate dalla respirazione e dalle combustioni. L'aria pura ozonata non è solo un mezzo disinfettante del sangue ma è un indispensabile nutrimento dei nostri organi. Secondo la scuola tedesca, l'ozono è il tonico del nostro sistema nervoso. Dalle numerose esperienze condotte risulta che:

- l'ozono si produce nel nostro organismo dall'ossigeno atmosferico respirato. Introdotto artificialmente influisce sul miglioramento del colorito del volto per il rinnovamento del sangue, sullo sviluppo delle forze, sull'aumento delle forze contro gli influssi reumatici, sull'aumento dell'appetito, del sonno, della funzione digestiva delle forze intellettuali.
- l'osservazione dei malati a Berlino dal 1869 in poi ha stabilito, con quasi certezza, che l'ozono introdotto artificialmente giova a vincere o a diminuire qualsiasi forma di malattia (costipazioni, febbri, infiammazioni, ecc.).

In particolare la via diretta per regolare la temperatura del febbricitante e diminuirlo è quella di introdurre ossigeno, per mezzo del quale si rinforza tutto il sistema nervoso. Dall'influenza dell'ossigeno sul sistema nervoso si osserva che con tale introduzione i battiti del cuore di un individuo sano diminuiscono, rallentando così la funzione del cuore. Se il corpo umano fosse un apparato ordinario di combustione, nel quale i cibi venissero distrutti dall'ossigeno aspirato, le funzioni chimiche del cuore sarebbero accresciute per l'introduzione dell'ossigeno stesso e aumenterebbero i battiti cardiaci. Il corpo umano non è un apparato ordinario di combustione, ma è regolato dal sistema nervoso, in modo che l'introduzione dell'ossigeno non indebolisce o logora, ma nutrice e rinforza.

Il Lender¹⁴ di Berlino, prosegue dal 1870 con buon successo le sue applicazioni dell'ozono e osserva che quanto più si bevono acque e si respirano arie povere d'ossigeno (vale a dire ricche di materie che vivono a spese dell'ozono del nostro corpo) tanto maggiormente dobbiamo rifondere questa doppia mancanza coll'introduzione artificiale di ossigeno e d'ozono per “*rinforzarci contro le malattie e per non cadere nelle infermità della vecchiezza*”. Sempre Lender ha ottenuto buoni risultati per rinforzare i muscoli di coloro che hanno la tendenza alla pinguetudine

¹⁴ C. Lender, medico tedesco. Probabilmente il primo ad utilizzare l'ozono a scopo terapeutico convinto che l'applicazione di cure a base di ozono, fossero utili per la rigenerazione del sangue.

3.8 Apparato per la purificazione degli ambienti degli ospedali

L'energica proprietà disinfettante dell'ozono ha suggerito l'idea di applicare l'ozono in modo pratico e semplice alla salubrità dell'aria degli ospedali distribuendolo artificialmente nella stessa quantità che si trova in campagna, che equivale alla colorazione delle cartoline di 5 gradi della scala cromatica di Schonbein dopo un'esposizione di tre ore.

4. Variazioni dell'ozono in funzione dei parametri meteorologici

4.1 Considerazioni generali

Fin dalla sua scoperta l'ozono è stato studiato soltanto da un punto di vista chimico.

Da molto tempo però la meteorologia e la medicina si occupano dell'influenza dell'ozono atmosferico sulla produzione di molte malattie e dei suoi legami con i fenomeni meteorologici., tuttavia alcuni negano l'esistenza dell'ozono nell'atmosfera e di fronte a tanta disparità di opinioni è dunque bene rimanere cauti.

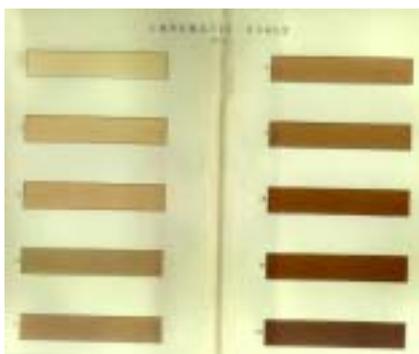
In verità, quando si pensa che l'aria contiene ossigeno e che l'atmosfera è costantemente attraversata da scariche elettriche, è difficile non ammettere *a priori* la formazione dell'ozono nell'aria. Ci chiediamo se l'ozono, una volta formato, rimanga in forma permanente. Le cartoline delle osservazioni rilevano l'esistenza dell'ozono o dei suoi derivati.

Le scariche elettriche che nell'aria potrebbero trasformare l'ossigeno in ozono devono operare la combinazione dell'ossigeno con l'azoto e produrre dell'acido nitrico che si trova nelle piogge dei temporali. Poiché le circostanze che producono l'ozono sono spesso le stesse che generano l'acqua ossigenata bisogna essere prudenti per non confondere l'ozono con qualunque corpo che può essere formato dall'elettricità. Anche se la causa perturbatrice non fosse l'ozono inteso nel senso chimico della parola, la verifica di un corpo ossidante nell'atmosfera formato da fenomeni elettrici è di somma importanza per lo studio dei fenomeni stessi.

Se esiste un corpo ossidante capace di distruggere i miasmi che vi si trovano e se riuscissimo a favorirne la formazione si troverebbe il rimedio al veleno e le località ove non regnano le epidemie sono quelle purificate da questo principio misterioso.

E' interessante spiegare come vengono effettuate le misure ozonometriche presso gli Osservatori. Si fa uso delle cartoline preparate con amido e ioduro di potassio, che vengono sospese in luogo di libero accesso

all'aria, protetto dalla luce diretta del sole, lontano da quei luoghi ove ci siano emanazioni di gas distruttivi dell'ozono. Il tempo di durata di esposizione di una cartolina varia secondo la sensibilità della cartolina stessa da 24 ore ad una sola ora. Nelle osservazioni orarie si cambia ogni ora. Appena tolta dall'esposizione si bagna in acqua distillata e la tinta che assume viene confrontata con la scala (Figura 2); il numero corrispondente al grado di colorazione viene annotato sul registro giornaliero insieme al tempo dell'esposizione.



4.2 Origine dell'ozono atmosferico

Per la nostra trattazione ci limiteremo a considerare l'ozono che si forma dall'elettrizzazione dell'ossigeno che evapora dalle acque, che viene emanato dalle piante che si sviluppa dalle azioni chimiche naturali e da tutti i fenomeni elettrici che reagiscono sull'ossigeno dell'aria atmosferica.

Il 1° marzo del 1872 Houzeau presentò all'Accademia delle Scienze di Parigi una memoria nella quale dichiarò che l'ozono, per la maggior parte deriva dall'elettricità atmosferica e tutti i meteorologi sono d'accordo su questo, anche se, come detto da Cavendish¹⁵, la scintilla che produce l'ozono coll'ossigeno puro produce anche acido nitroso con l'aria. Questa duplice azione dell'elettricità cambia d'improvviso quando invece di essere applicata direttamente all'aria, si fa scorrere il fluido elettrico attraverso particolari e diverse apparecchiature; tra cui l'ozonatore ideato da Houzeau: in questo caso l'aria immediatamente si carica d'ozono.

¹⁵ Henry Cavendish (1731 - 1810) chimico e fisico inglese. Curioso personaggio del mondo scientifico, sembra che comunicasse con il personale femminile solo tramite scritti. In vita pubblicò relativamente poco, ma i suoi esperimenti sull'elettricità vennero resi noti circa un secolo dopo.

Potremo così dire che l'ozonometria atmosferica sia in grado di indicare ai fisici una nuova strada per lo studio dell'elettricità dell'aria. Potremo azzardare che le cartoline iodurate potrebbero essere dei veri elettrometri chimici. Dopo un anno dalla memoria di Houzeau, il Solvay¹⁶ presentò il 3 marzo 1873, sempre all'Accademia di Parigi, uno studio relativo alla produzione dell'elettricità nell'atto della condensazione vescicolare del vapore acquoso, e, come una delle principali sue conseguenze, la produzione dell'ozono atmosferico.

4.3 Manifestazioni dell'ozono in funzione delle altezze

Relativamente a questo studio viene data particolare rilevanza all'esperienza di Scoutetten, che, per dimostrare che l'intensità elettrica dell'aria cresce proporzionalmente con le altezze e per assicurarsi se questa legge fosse applicabile all'ozono, intraprese una serie di esperienze comparative a varie altezze sulla cattedrale di Metz (Figura 3). Le cartoline erano situate di 20 metri in 20 metri dal suolo, fino a 100 metri di altezza. Dalle osservazioni risultò che la quantità di ozono atmosferico, come l'elettricità, cresce in proporzione dell'altezza. La proporzione non è regolare, né aritmetica, né geometrica e ciò potrebbe attribuirsi all'imperfezione dei mezzi usati per studiarla.

L'esperienza di Scoutetten è stata ripetuta da Decharmes¹⁷ sulla cattedrale di Amiens (Figura 7), ma egli non ha citato le altezze con precisione.

In generale possiamo dire che:

- Nelle città molto popolate l'ozono non si manifesta nelle vicinanze del suolo e aumenta in proporzione dell'altezza
- Sulla cima di una montagna è sufficiente elevarsi di 3 o 4 metri sul livello del suolo per ottenere la colorazione delle cartoline che in una città si verifica a 80-100 metri

¹⁶ Ernest Solvay (1838 - 1922) industriale chimico belga. Nel 1863 risolse il problema della produzione su scala commerciale del carbonato di sodio. Questa scoperta gli procurò una enorme fortuna che gli permise di fondare diversi istituti di ricerca scientifica.

¹⁷ Joseph Constantin Decharme (1815 - 1905) chimico e fisico francese. Dal libro di Cornelius B. Fox "*Ozone and antozone*" (1873), in cui si trovano moltissime notizie fornite dal Muller nel suo manoscritto, si legge che Decharmes registrò un regolarissimo e progressivo aumento dell'ozono a seconda della posizione in cui si osservava, ossia dalla base fino alla parte più elevata.

- Sul pendio di una montagna le reazioni sembrano subordinate a tutte le influenze locali.



Fig. 3 – Le cattedrali gotiche di Metz ed Amiens.

4.4 Variazioni diurne e notturne

Dopo aver confrontato molte osservazioni diurne e notturne effettuate a Koeinsberg, Algeri, Strasburgo e Costantinopoli si può concludere che:

- Con il tempo sereno e calmo, qualunque sia la temperatura, la presenza dell'ozono è maggiore nella notte
- Questa legge però viene modificata da alcuni fenomeni meteorici, come il rapido passaggio del vento da Nord a Sud Ovest, la comparsa di un temporale o la caduta della neve.
- Nelle città si trova in generale maggiore quantità di ozono di giorno anziché nella notte, mentre il contrario si manifesta nelle campagne.

4.5 Manifestazioni dell'ozono secondo lo stato del cielo

Berigny¹⁸ afferma che la quantità di ozono è sovente in opposizione con il grado di serenità del cielo e che di frequente quanto più il grado di serenità è debole, tanto più forte è la proporzione dell'ozono.

Decharmes confermando la stessa legge aggiunge che l'ozono segue la stessa progressione dell'elettricità atmosferica e che le curve che rappresentano il loro andamento sono quasi parallele. Altri invece affermano che le cause che favoriscono l'intensità dell'ozono sono il freddo, l'umidità e

¹⁸ A. Berigny è stato uno dei tre fondatori della Société Météorologique de France (1852) di cui divenne presidente. Si occupò anche di osservazioni di aurore boreali.

la frequenza delle piogge. Gli Osservatori di Koeinsberg hanno pubblicato delle tavole, dalle quali risulta che le medie mensili sono di 6.9 nei giorni belli, di 8.9 nei giorni di pioggia e di 10.1 nei giorni di neve. Wolf¹⁹ di Berna giunge a risultati analoghi, ma la sua media per i giorni belli è di solo 4.86.

Dall'analisi accurata di un gran numero di osservazioni risulta che:

- La quantità di ozono in tempo sereno varia secondo il grado di siccità dell'aria, per cui la serenità del cielo potrebbe essere una causa indiretta della diminuzione o dell'assenza dell'ozono, mentre la causa diretta potrebbe essere la siccità dell'aria e poiché questo stato coincide sovente con i venti asciutti del 1° quadrante, la formazione dell'ozono troverebbe un ostacolo dalla permanenza di questi venti.
- La neve e la grandine comportano sempre un aumento di ozono nell'atmosfera,
- La pioggia e le nebbie determinano invece effetti diversi a seconda delle condizioni con cui si manifestano
- I temporali producono sempre grandi quantità di ozono e le piogge abbondanti che seguono danno una notevole quantità di acido azotico

4.6 Manifestazioni dell'ozono secondo la direzione e la forza del vento

Il vento influenza l'ozono secondo la seguente legge: "L'intensità dell'ozono nell'atmosfera con i venti del secondo, del terzo e del quarto quadrante, è proporzionale alla forza e velocità del vento in quelle località ove questi venti sono i più umidi, in tal modo il massimo dell'ozono corrisponde al massimo di velocità del vento più umido, per ciascuna località."

Tutto quanto detto trova conferma nei dati riportati negli specchi contenenti le osservazioni ozonometriche e di velocità del vento effettuate giornalmente a Parigi negli anni 1871 e 1872. La forza del vento è così espressa:

0 = calma; 1 = debole; 2 = moderato; 3 = forte; 4 = violento

Riportando su un grafico (Figura 4) queste misure troviamo un perfetto parallelismo delle curve ozonometriche con quelle della forza del vento a dimostrazione della maggiore quantità di aria che reagisce in un dato tempo sulle cartoline iodurate.

¹⁹ Johann Rudolf Wolf (1816 - 1893) matematico, fisico e astronomo svizzero. Divenne direttore dell'Osservatorio di Berna nel 1847. In seguito insegnò astronomia a Zurigo e l'Osservatorio di questa città, inaugurato nel 1864, è opera dello stesso Wolf.

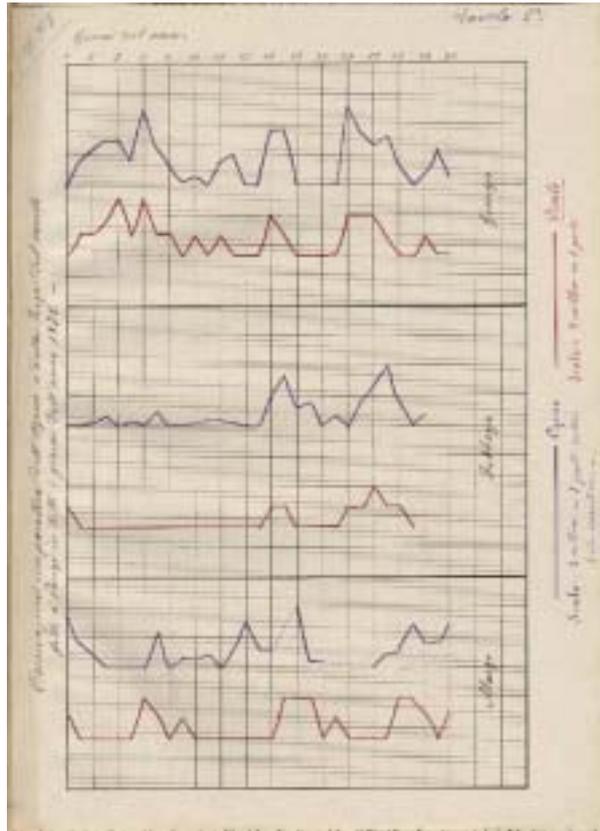


Fig. 4

4.7 Manifestazioni dell'ozono secondo la temperatura atmosferica e l'umidità

Molti osservatori non avevano esitato a dichiarare come legge che l'ozono diminuisce quando la temperatura aumenta. Il confronto di molte osservazioni condotte a Koenigsberg e a Strasburgo mostra che in estate la quantità è più forte che in inverno. Dalle osservazioni registrate scrupolosamente nel regio Osservatorio di Modena, in cui il massimo dell'ozono si ha in inverno e il minimo in estate, si giunge ad un risultato in opposizione con quello delle osservazioni tedesche. A causa di tali contraddizioni è difficile, finché non sarà disponibile un maggior numero di anni di osservazione, emettere un giudizio. Per ora ci limitiamo a considerare

l'ozono come funzione inversa della temperatura. Nel 1868, il Ragona²⁰, direttore dell'Osservatorio di Modena, ha cercato una relazione anche in funzione dell'umidità dell'aria, anche se per un periodo breve di osservazioni e giunse alla conclusione che l'ozono aumenta con il crescere dell'umidità. Fu il primo ad osservare che l'ozono non è proporzionale né alla sola temperatura né alla sola umidità, ma anche la forza e velocità del vento e la quantità di precipitazione possono influire sul grado ozonometrico. Tali considerazioni erano già state riportate da Ragona in una lettera al Secchi nel bollettino del Collegio Romano per l'anno 1867.

Nella Figura 5 sono riportate le curve comparative dell'ozono, pressione atmosferica, temperatura e umidità osservate giornalmente a Parigi nell'anno 1872.

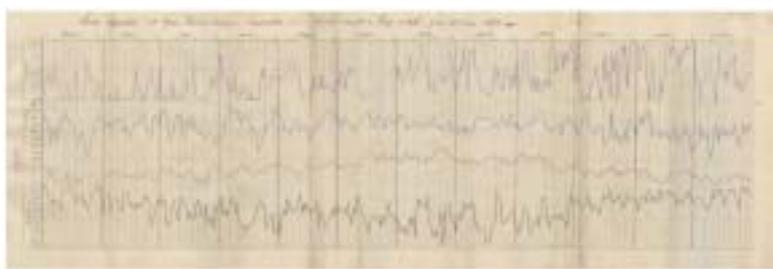


Fig. 5

4.8 Osservazioni ozonometriche simultanee comparative

Per chiarirsi le idee sull'andamento dell'ozono in funzione delle stagioni, sono state prese in considerazione per un anno intero (luglio 1871-giugno 1872) le osservazioni ozonometriche in due località vicine tra loro (qualche centinaio di metri di distanza) ma urbanisticamente diverse: Parigi e Montsouris²¹. La prima in centro abitato, la seconda in campagna, si evidenzia che l'andamento nelle due località è concorde, ma le circostanze locali influiscono sul valore assoluto, sull'ampiezza delle variazioni e sulla natura e forma delle oscillazioni. Nell'osservatorio di campagna di

²⁰ Domenico Ragona (1820 - 1890) astronomo italiano. Lavorò prima all'Osservatorio di Palermo, divenendone direttore, in seguito , 1863 -1892, fu direttore dell'Osservatorio di Modena.

²¹ La serie storica di registrazioni di ozono fatte a Montsourise ha 34 anni, dal 1876 al 1910.

Montsouris il valore dell'ozono è più costante e in proporzioni maggiori, mentre a Parigi, a causa delle influenze locali, le oscillazioni sono più marcate.

Considerando le medie mensili, si vede che la quantità media di ozono è maggiore in campagna, mentre le medie diurne danno maggiore ampiezza delle oscillazioni a Parigi. I valori assoluti risultano per 10 mesi dell'anno maggiori a Parigi, pur essendo il valore medio maggiore a Montsouris. Anche il valore minimo mensile si trova per 12 volte a Parigi e mai a Montsouris. Il massimo registrato a Parigi è 16.5, nel mese di dicembre, e a Montsouris 14.3, nel mese di luglio. Il valore medio annuo è 4.1 a Parigi e 5.2 a Montsouris, a conferma della maggiore proporzione di ozono in campagna. Mentre il massimo a Parigi si registra in luglio, a Montsouris si ha in gennaio. Il minimo, invece, in ambedue i casi si verifica in novembre. Lo specchio seguente indica tempo che l'aria in campagna impiega per impressionare le cartoline amidoiodurate di Houzeau, a seconda che l'atmosfera sia calma o agitata:

dopo un'esposizione delle cartoline di:							
<i>aria calma</i>	2 ore	4 ore	6 ore	8 ore	10 ore	12 ore	24 ore
	Nessun colore	violetto	Azzurro debolissimo	Azzurro debole	Azzurro	Azzurro	Azzurro scuro
<i>agitata</i>	Violetto debole	violetto	Azzurro debole	Azzurro	Azzurro scuro	Azzurro scuro	Azzurro scuro

4.9 Mancanza dell'ozono nei luoghi abitati

Molte esperienze sono state eseguite e tutte dimostrano la mancanza dell'ozono nei luoghi abitati o per essere più esatti all'interno delle abitazioni.

Da un'esperienza effettuata da Muller all'interno di una camera da letto (vasta, esposta a nord-ovest, con due finestre e due porte, comunicanti con le altre stanze dell'appartamento, lasciate sempre aperte per favorire la circolazione dell'aria interna dell'appartamento) per novanta giorni consecutivi, risulta che, nonostante le eccellenti condizioni igieniche della stanza, le cartoline ozonometriche interne rimangono inalterate se le finestre sono chiuse, mentre se esposte all'aria libera della finestra si colorano più o meno.

Analogamente altre esperienze eseguite all'interno di ospedali, teatri, caserme hanno sempre mostrato che i luoghi interni sono sfavorevoli alla produzione di ozono.

5. Conclusioni

L'ozono, attualmente, è diviso in stratosferico e troposferico. L'assottigliamento dell'ozono nelle zone alte dell'atmosfera costituisce il buco dell'ozono. Il suo impoverimento, in queste regioni, costituisce un pericolo in quanto lo strato di ozono costituisce un valido scudo contro le radiazioni ultraviolette prodotte dal sole.

L'ozono troposferico, studiato dal Müller, è presente nelle regioni basse dell'atmosfera: se è troppo intenso diventa un inquinante pericoloso per la salute.

Le più alte percentuali avvengono in estate nelle ore più calde della giornata con un massimo tra le 12 e le 17, mentre in quelle serali, si ha una notevole diminuzione

La concentrazione d'ozono negli ambienti interni, come sostenuto dal Müller, è circa 10 volte inferiore a quell'esterna.

Le serie ottocentesche delle misurazioni ozonometriche, nonostante le difficoltà di convertire le letture ozonometriche "storiche", secondo la scala di Schonbein, in valori di concentrazione attuali (ppbv), hanno mostrato che il livello dell'ozono troposferico in Europa è raddoppiato rispetto al secolo scorso.

Risulta, anche, uno stretto legame tra le variazioni stagionali e la climatologia locale.

Müller non poteva prevedere, per l'industrializzazione del secolo successivo alle sue indagini e misure, né l'aumento dell'ozono né che tale aumento non potesse compensare, sfortunatamente, la diminuzione dell'ozono nella stratosfera.