

Le armi chimiche

Classificazione:

- Lista 1: Prodotte come tali
hanno pochi, a volte non ne hanno affatto, usi legittimi. Possono essere prodotti o utilizzati legalmente solo per scopi di ricerca: medici, farmaceutici o protettivi. Comprende iprite, lewisite, nervino, ricina.
- Lista 2: Prodotte come 'precursori'
non hanno usi industriali su larga scala, ma possono averne su piccola scala, come il dimetilmetilfosfonato, un precursore del sarin usato come sostanza ritardante negli incendi, e il tioglicole, che è un precursore chimico dell'iprite, ma è anche un solvente per inchiostri.
- Lista 3: Strumenti ad uso civile
hanno legittimi usi industriali su vasta scala, come il fosgene e la cloropicrina; il fosgene è un importante precursore per molte materie plastiche, la cloropicrina è utilizzata come fumigante

Storia

Le armi derivate da elementi chimici o biologici risalgono alla notte dei tempi, in bilico fra storia e leggenda.

Avvelenare i pozzi, oltre ad essere una espressione di uso comune, riferisce una delle più antiche pratiche di guerra batteriologica della storia; al pari dell'impiego di frecce avvelenate con sostanze biologiche, o infiammabili grazie allo sfruttamento di elementi chimici naturali.

In tal senso, gli indizi più antichi e interessanti emergono da alcuni dei testi venerati dall'Umanità: nell'Antico Testamento, gli accenni alle malattie scatenatesi fra i filistei dopo la cattura della mitica Arca dell'Alleanza e la descrizione delle piaghe che colpiscono l'Egitto mentre il faraone è impegnato nel suo braccio di ferro con Mosè, offrono motivi di riflessione, tra acque tossiche, avvelenamenti e morie di primogeniti.

In Omero, l'impiego di frecce avvelenate è comune durante la guerra di Troia e secondo studi recenti, alcuni documenti ittiti coevi fanno chiaro riferimento all'uso di armi biologiche, causa dello scatenarsi di epidemie simili a quella descritta nell'Iliade, che la leggenda vuole figlia di una vendetta di Apollo contro gli Achei.

Più documentato è l'impiego di armi chimiche e biologiche durante l'età classica e il Medioevo.

I cinesi adoperano fumi tossici (generati con arsenico e vegetali) presumibilmente sin dal VII secolo a.C., mentre il primo impiego di agenti non letali per disperdere una folla in tumulto risale al 178 a.C. . Del resto saranno sempre i cinesi a creare la miscela chimica da cui nascerà la polvere da sparo.

In Europa armi chimiche e biologiche vengono documentate nei conflitti fra *poleis* greche sin dal 590 a.C. e la lunga guerra del Peloponneso tra Atene e Sparta vede l'impiego di zolfo e resine per assemblare ordigni incendiari. Tucidide descriverà anche una sorta di lanciafiamme costruito dai Tebani nel 424.

L'età ellenistica col proliferare di condottieri di mestiere e di trattati teorici valorizza lo stratagemma bellico; come ad esempio quello attribuito ad Annibale di lanciare vasi di terracotta pieni di vipere sulle navi avversarie per seminare il panico.

E' noto che per i giuristi di Roma l'impiego di agenti veleniferi sul campo di battaglia era contrario all'etica, salvo poi incorrere in sconfitte come quella di Carre del 53 a.C., dove la cavalleria dei Parti

bersagliò i legionari con frecce avvelenate o, più modestamente, venendo soffocati come topi durante la difesa della città siriana di Dura contro i persiani ([a quanto pare prima evidenza archeologica - il fatto si svolse nel 256 a.C. - di uno scontro militare in cui siano stati usati gas tossici](#)), forse fumi sprigionati da zolfo e bitume gettati nel fuoco e soffiati con un mantice contro i soldati romani, a provocare nei loro polmoni l'acido solforico che li uccise); così come è noto il fatto che scrupoli minori albergavano tra gli eredi orientali dell'Impero dei Cesari; se l'impiego di misture infiammabili e sifoni lanciafiamme non era sconosciuto al mondo antico, il 'fuoco greco' – miscela di pece, salnitro, zolfo, nafta e calce viva – fu il simbolo delle sofisticate difese dei bizantini, alle prese con un crescente numero di nemici (dagli arabi ai normanni; dai crociati alle tribù balcaniche) sin dal VII secolo. Ed è sempre in Europa orientale che 700 anni più tardi, verrà inoculato il 'germe dell'apocalisse'.

Estate del 1347 Caffa, colonia genovese sul mar neo è assediata dai mongoli. Con l'armata decimata dalla peste scoppiata in Asia Centrale e diffusasi lungo la via della Seta, Jenibeg Khan ha l'idea di lanciare con le catapulte i cadaveri infetti dei suoi soldati oltre le mura. Il capillare network commerciale creato da Genova nel levante fa il resto ed entro il 1353 un terzo della popolazione europea viene falciata dalla *Mors Atra*.

L'involontaria guerra biologica ha così gettato il mondo nel terrore, ma siamo ancora nella fase in cui i disastri di massa sono frutto di ineducata empiria,: la guerra provoca sempre la dislocazione di masse umane in armi o di civili in fuga, con un supporto sanitario del tutto inadeguato. I cittadini attici che si rifugiano nel 430 a.C. dietro le Lunghe Mura di Atene diffondono una epidemia che ucciderà Pericle; nel 165 d.C. l'esercito romano di ritorno dalla guerra coi Parti porta con sé, assieme ai serti di vittoria, i germi della pandemia che spopolerà l'Impero, avviandolo alla decadenza.

Ma anche nel secolo XIX, positivista e industriale, le moderne armate impiegate in Crimea o nella guerra di secessione sono afflitte dal colera (che nel 1855 si diffonde in tutta Europa) e dal tifo. D'altra parte scoperte scientifiche e rivoluzione tecnologica camminano di pari passo con l'orrore: nel '500 il Nuovo Mondo non viene sottomesso solamente da un pugno di Conquistadores spagnoli, ma anche dalle malattie che gli europei portano con sé nelle Americhe, decimando Aztechi e Incas e nel '700 i ben più civilizzati generali francesi e inglesi impegnati in Nordamerica non esitano a regalare ai nativi coperte infettate col vaiolo, attuando un genocidio tra le potenti Cinque nazioni irochesi e tra gli Ottawa. Tattica sfruttata nel secolo successivo anche da coloni e militari statunitensi, mentre tra il 1780 e il 1870 il vaiolo sarà la prima causa di morte tra aborigeni australiani e maori della Nuova Zelanda.

Se l'era delle scoperte geografiche è un incubo per gli 'scoperti' l'età della rivoluzione industriale e scientifica fornisce nuove armi, specificamente studiate, agli arsenali europei. Nel corso dei più lunghi e violenti conflitti combattuti a metà '800: Crimea e Guerra di Secessione americana, alcuni scienziati propongono l'impiego di granate caricate con sostanze tossiche come cianuro e cloro, mentre nella guerra franco-prussiana del 1870 fanno la loro comparsa sostanze irritanti e lacrimogene.

Ma la morale dell'epoca (che pure ammette le conquiste coloniali attuate coi mezzi più crudeli), impedisce tra i popoli civilizzati questo primo assaggio di guerra chimica, nonostante la rapida evoluzione tecnologica fornisca ormai sofisticati proiettili d'artiglieria adatti alla bisogna.

D'altra parte se i temuti turchi, nel 1640 avevano sparato proiettili fumogeni composti da trementina, acido nitrico e paglia bagnata, già nel 1675, un accordo tra Francia e Impero Germanico, a Strasburgo, aveva bandito l'impiego di agenti tossici come quelli suggeriti tre anni prima dal pio vescovo di Munster, che proponeva l'uso di congegni esplosivi riempiti di belladonna.

Nell'Ottocento la questione della regolazione dell'uso di agenti chimici e biologici viene affrontata dunque in modo sistematico: il codice Lieber, utilizzato da Lincoln nel 1863 durante la guerra civile, proibiva espressamente nell'articolo 16 l'uso di veleni in qualsiasi forma, ma costituiva pur sempre una legge nazionale.

A un atto formulato da più Paesi si arriva con la Dichiarazione di Bruxelles del 1874. Non è ancora un accordo, ma un progetto che, dopo una lunga trattativa, verrà inserito dentro la prima Convenzione dell'Aja del 1899 (nelle norme inserite nei regolamenti annessi si vieta in generale l'uso di «armi, proiettili o materiali capaci di causare lesioni eccessive» e in particolare l'uso di veleni o armi avvelenate e viene approvata una speciale dichiarazione che vieta «i proiettili il cui solo scopo sia la diffusione di gas asfissianti o dannosi»). In questa convenzione, per la prima volta, viene inserita la proibizione — la

cosiddetta 'clausola Martens' — di infrangere «i principi del diritto internazionale quali risultano dagli usi stabiliti fra le nazioni civili, dalle leggi di umanità e dalle esigenze della coscienza pubblica». Tuttavia, quando viene approvata la prima Convenzione dell'Aja (ripresa identica, in fatto di gas e veleni, nella seconda conferenza del 1907), l'idea di riempire proiettili con gas era ancora solo un'ipotesi, non una realtà (peraltro già in qualche modo sperimentata dagli inglesi durante la guerra anglo-boera ...).

Così tanto la prima Convenzione dell'Aia - respinta dagli Stati Uniti, rappresentati dal teorico della guerra navale A.T. Mahan, con la perentoria dichiarazione che «L'inventiva degli americani non può essere limitata nello sviluppo di nuove armi!» - quanto la seconda Convenzione del 1907, si riveleranno una fragile diga etica. Già nel 1905 le granate sparate dai giapponesi nella guerra contro la Russia impiegano un esplosivo chiamato Shimose, che alla potenza balistica combina lo sprigionarsi di gas tossici, mentre nei laboratori chimici europei, soprattutto tedeschi, gli scienziati, in collaborazione con la grande industria e gli stati maggiori, dimostrano di essere d'accordo con l'affermazione dell'ammiraglio Mahan, e si preparano a portare l'uso delle armi chimiche ad un nuovo livello tecnologico.

Nella Grande Guerra del '14-'18 i primi a comparire sono i lacrimogeni ed i gas starnutenti, utilizzati già alla fine del 1914, sul fronte franco-tedesco

Il 22 aprile 1915, a Ypres, viene utilizzato il primo gas capace di uccidere: la 'clorina' (i morti al primo attacco sono 6000, in gran parte soldati francesi dei reparti coloniali, soprattutto marocchini e algerini), testata grazie alla tenacia ambiziosa e alle capacità tecniche del chimico **FRITZ HABER**, che riuscì, nonostante le forti contrarietà degli ufficiali sul campo e lo scetticismo degli alti comandi del Kaiser, a organizzare un attacco con questo asfissiante; che viene stivato in recipienti pressurizzati disposti lungo il fronte e fatto uscire al momento opportuno venendo guidato dal vento sulle linee nemiche. Il 29 giugno del 1916, sul Monte San Michele i militari italiani subiscono il primo attacco chimico da parte degli austro-ungarici, proprio con l'utilizzo di gas al cloro in forma di una nube tossica sospinta contro le truppe del Regio Esercito.

Alla fine del 1915 i francesi, e subito dopo i tedeschi (ma perfezionandone la tossicità mediante l'aggiunta di cloro ...), **scatenano sui fronti di guerra il fosgene (si veda la scheda 1 in calce all'articolo)**, vescicante dall'azione micidiale soprattutto sui polmoni (si tratta di un Ossido Dicloruro di Carbonio, inventato nel 1812 come colorante dal chimico inglese Humphry Davy). Questo gas non è affidato al vento perché lo porti sul nemico, come era stato per la clorina, ma viene lanciato tramite proiettili. Solo la diffusione della sostanza dopo l'impatto avveniva per via aerea. Il mattino del 24 ottobre 1917, durante i primi attacchi austro-tedeschi inquadrati nei piani della Dodicesima Battaglia dell'Isonzo che condurrà alla disfatta di Caporetto, la Conca di Plezzo vede un attacco con il fosgene contro i militari italiani rimasto tristemente famoso: la concentrazione di gas è talmente elevata che anche alcuni reparti tedeschi restano parzialmente coinvolti.

A luglio del 1917 viene testata, da parte dei tedeschi, l'Iprite (si veda la scheda 2 in calce all'articolo) un nuovo tipo di gas vescicante anch'esso lanciato tramite proiettili (e che prende il nome dalla località francese luogo dell'attacco, già peraltro tristemente famosa per l'uso della 'clorina' avvenuto due anni prima) che grazie al suo 'successo' trova subito impiego, a settembre del 1917, sul fronte orientale, durante la battaglia di Riga. Gli Inglesi e gli Americani chiamavano l'yprite *mustard gas*, per il suo odore simile a quello di senape, di aglio o di ramolaccio (i Tedeschi invece usavano il termine *Gelbkreuzkampfstoff* perché contrassegnavano con croci gialle i proiettili che la contenevano).

Alla fine della Grande Guerra tra Alleati e Imperi Centrali i morti direttamente causati dalle armi chimiche saranno 90.000 e più di un milione i feriti; come esito dei 66 milioni di bombe a gas lanciate da entrambi gli eserciti.

Nel periodo tra le due guerre si lavora ancora per mettere fuori legge le armi chimiche (anche se Churchill, nel 1920, userà l'Iprite contro i ribelli della Mesopotamia - attuale Iraq - così come faranno le forze congiunte franco-spagnole Marocco Spagnolo l'anno dopo contro i ribelli berberi...) e nel 1925 viene approvato a Ginevra (ma gli Stati Uniti lo approveranno solamente nel 1975) il Protocollo concernente la proibizione di usare in guerra gas asfissianti, tossici o simili e mezzi batteriologici, che costituirà il più completo documento su questo tema. Senza però riuscire a impedire l'uso dei gas da parte del regime fascista italiano in Libia (1928) e durante la guerra d'Etiopia (1935), così come da parte dei giapponesi, in Cina, nel 1939 e 1941.

Le Convenzioni di Ginevra approvate nel 1949 hanno ripreso quanto già stabilito in passato, dopo che nel corso della Seconda guerra mondiale i gas, se non erano stati praticamente usati nelle operazioni belliche, avevano inaugurato una stagione ancora più terribile, venendo impiegati per uccidere i deportati ebrei (il famigerato Zyklon B) nelle camere a gas naziste di Auschwitz e Majdanek. Accuse di uso di gas nell'immediato dopoguerra vennero avanzate da entrambi i contendenti nella guerra civile cinese, nei confronti dei francesi in Indocina nel 1947, dell'esercito israeliano da parte egiziana nel 1949 e nello stesso anno da parte dei guerriglieri greci contro il governo ellenico; in Corea gli americani furono accusati di avere sganciato bombe piene di gas velenoso nel 1951 sulla città di Nampo, l'esercito francese di averle usate in Algeria e il governo cubano di Batista contro i guerriglieri nel 1957.

Nel corso della guerra in Vietnam, gli Stati Uniti sostennero che i gas diserbanti e di altra natura da loro gettati in gran quantità per 'ripulire' il campo di battaglia nelle operazioni contro i Viet Cong non erano tra quelli proibiti, anche se la maggior parte dei Paesi ritenne che la proibizione di usare armi chimiche e biologiche in guerra fosse assoluta, come venne riaffermato dalla risoluzione 2.603 delle Nazioni Unite nel 1969. In realtà l'Agente Arancio, defoliante a base di diossina che è altamente tossico e cancerogeno e che fu impiegato massicciamente, ha provocato e provoca un disastro umanitario

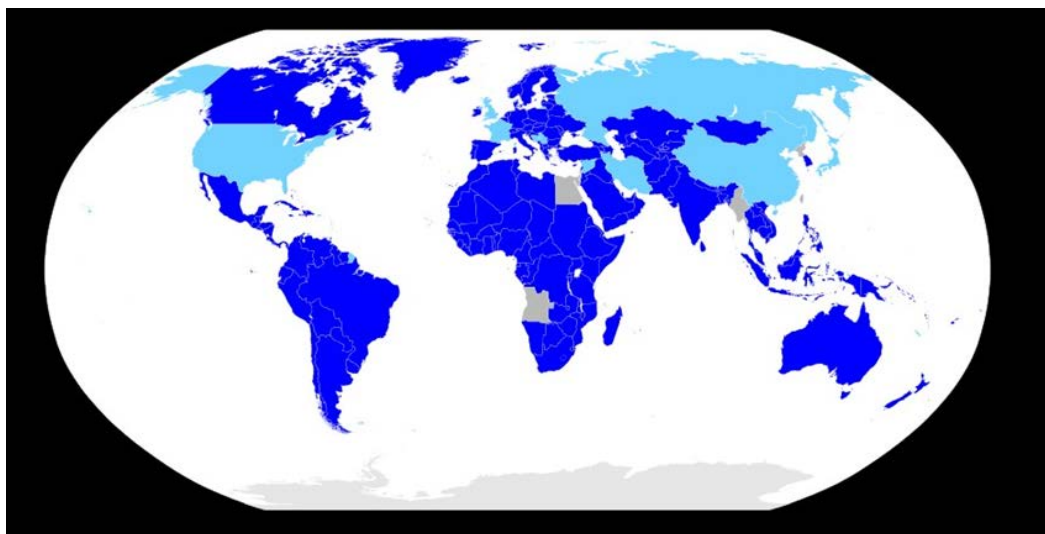
di proporzioni senza precedenti, come documenta in modo terrificante [questo reportage del fotografo italiano Livio Senigalliesi](#).

Dopo l'uso documentato di gas asfissianti da parte dell'Iraq di Saddam Hussein sia [durante la guerra contro l'Iran](#), che [contro le popolazioni curde irachene nel 1988](#) e [l'attacco terroristico alla metropolitana di Tokyo](#) avvenuto in Giappone nel 1995 per mano di una setta di fanatici religiosi è nel 2013 e nel 2017 che sono avvenuti gli episodi più recenti di utilizzo di armi chimiche in un conflitto. Segnatamente da parte dell'esercito regolare siriano agli ordini del presidente siriano Bashar Al Assad, che le ha utilizzate (sobborghi di Damasco; villaggio di Khan Shaykhun) contro la popolazione civile dei territori sottratti al controllo del potere centrale da parte dei guerriglieri antigovernativi che aspirano al controllo del paese. In entrambi gli attacchi, peraltro mai ammessi dal governo siriano, sarebbe stato usato il Sarin ([si veda la scheda 3 in calce all'articolo](#))


Nel secondo dopoguerra si era imposta nella coscienza collettiva l'idea che le armi di distruzione di massa (quelle capaci di uccidere in modo massiccio e indiscriminato i non combattenti) costituissero una «novità», cui si poteva rispondere soltanto con un divieto totale. A partire dagli anni sessanta che si fa strada la necessità di rivedere l'intera questione sulla base dei nuovi sviluppi scientifici, ma soltanto nel 1993, con la fine della Guerra Fredda, fu possibile incamminarsi verso trattati capaci di vincolare l'insieme degli Stati a rispettare il divieto e, nel caso in cui fosse stato infranto, a cercare con ogni mezzo di interromperne l'uso e impedirlo per il futuro.


Approvata a Parigi il 13 gennaio 1993, la [Convenzione sulla proibizione delle Armi Chimiche](#) (CAC) ha formulato in modo dettagliato non solo il divieto di uso, ma anche di produzione e vendita delle armi

chimiche, stabilendo le forme e i tempi della distruzione di quelle esistenti. Proibite sono tutte le attività rivolte a sviluppo, produzione, acquisizione, detenzione, conservazione, trasferimento e uso



La Convenzione del 1993:

 Stati che hanno aderito

 Stati che hanno dichiarato di possedere armi chimiche e/o possiedono impianti di produzione di armi chimiche

delle armi chimiche e dei materiali ad esse collegati.

La Convenzione di Parigi è entrata in vigore il 29 aprile 1997 e ha sancito definitivamente il bando completo di tali armi.

Al momento dell'entrata in vigore della Convenzione il 29 aprile 1997 gli Stati Parte erano 87. Al 31 dicembre 1997 essi sono saliti a 106.

Ad essi sono da aggiungersi altri 62 Stati che hanno firmato, ma non ancora ratificato

Tra gli Stati che hanno ratificato ci sono oltre ai Paesi dell'Unione Europea, gli Stati Uniti, la Russia, l'India, il Pakistan, la Cina, l'Iran, Cuba, la Turchia, la Corea del Sud, il Canada e l'Australia.

Le sole assenze politicamente significative sono gli Stati del Medio Oriente (ad eccezione della Giordania, che ha ratificato la Convenzione), e cioè: Egitto, Iraq, Libano, Libia, Siria, Sudan, oltre a Israele, che ha firmato, ma non ancora ratificato. Manca anche, finora, la ratifica della Corea del Nord e questo potrebbe costituire un vero e proprio elemento di tensione in considerazione della circostanza che la Convenzione è stata ratificata dall'altra Corea (Sud), con la conseguenza che solo quest'ultima sarà soggetta agli obblighi dei controlli.

L'Organizzazione per la Proibizione delle Armi Chimiche (OPAC in inglese OPCW), diretta emanazione della Convenzione di Parigi, è l'organizzazione internazionale, con sede a L'Aia, nei Paesi Bassi, che promuove l'adesione alla Convenzione e ne verifica l'attuazione rispetto agli Stati già aderenti. Le verifiche consistono sia nel valutare le dichiarazioni dei paesi membri, sia in vere e proprie ispezioni. Nel 2013 l'OPAC è stata insignita del premio Nobel per la pace con la seguente motivazione: *"per i suoi ampi sforzi per eliminare le armi chimiche"*.

L'OPAC persegue questo fine adottando sistemi di verifiche internazionali che non solo si prefiggono la distruzione delle armi chimiche esistenti negli Stati parte del trattato, ma anche di tenere sotto controllo la produzione e l'impiego di determinate sostanze chimiche di largo consumo civile potenzialmente utilizzabili anche per fare armi chimiche.

Chiunque commetta violazioni alla Convenzione sul territorio nazionale sarà punito tramite sanzioni stabilite dai paesi membri.

Per garantire il rispetto della Convenzione il sistema di controllo internazionale usa due strumenti:

Dichiarazioni: redatte periodicamente dagli Stati parte (OPAC), contemplano attività civili e militari che in base alla Convenzione devono essere internazionalmente sorvegliate rientrando negli obblighi di notifica.

Verifiche: visite ispettive "di routine" nei paesi membri svolte con breve preavviso dagli ispettori dell'OPAC. Tali ispezioni hanno l'obiettivo di accertare la corrispondenza tra le situazioni riscontrate e quanto dichiarato nelle dichiarazioni periodiche.

In determinati casi, sospetti o su specifica richiesta di uno Stato membro, l'OPAC può svolgere accertamenti attraverso ispezioni sul posto per verificare le possibili violazioni riguardanti obblighi della Convenzione, situazioni non indicate nelle dichiarazioni periodiche o accertando l'usopresunto di armi chimiche.

Classificazione delle armi chimiche in base alla loro tossicità

Il grado di tossicità degli aggressivi chimici è generalmente indicato o dalla **dose letale** che ha causato la morte nel 50% dei casi (LD50) durante un esperimento (espressa in mg), oppure dal c.d. **indice di Haber**, (LCt50) che rappresenta la dose letale nel 50% dei casi in funzione del tempo (mg min/m³). Sotto il profilo matematico, l'indice di Haber è dato dal prodotto della concentrazione della sostanza nell'ambiente (espressa in mg/m³) per il tempo di esposizione (in minuti primi). In altre parole, questo significa che il grado di tossicità è inversamente proporzionale al valore numerico dell'indice stesso. L'indice di Haber viene usato, in particolare, in riferimento agli aggressivi chimici tossici sinaptici (V. voce a se). Un esempio potrà meglio chiarire le due diverse forme di misurazione:

AGENTE	LCt50 (mg min/m3)	LD50 (mg)
GA	400	1000
GB	100	1700
GD	50	100
VX	10	10

Venendo, infine, all'impiego pratico degli aggressivi chimici, nel corso del tempo sono stati impiegati vari mezzi, che vanno dalle bombe a mano alle bombe d'aereo. Attualmente, gli unici mezzi previsti sono i proiettili di artiglieria (per l'impiego a livello tattico) ed i missili (per l'impiego a livello strategico).

Classificazione delle armi chimiche in base alla loro azione

Si identificano:

irritanti leggermente tossici e non letali (lacrimogeni, urticanti, starnutatori). Queste sostanze vengono utilizzate o come mezzo sfollagente da parte delle forze dell'ordine (gas lacrimogeni), o come repellenti per uomini ed animali

vescicanti, o *vescicatori*, letali o no (iprite e mostarde azotate, lewisite ed arsenicali) – [Video](#) sull'inquinamento da Iprite nel mare di Bari e sui residuati affondati dopo il 1918 al largo del Belgio.

soffocanti o **asfissianti**, sempre letali (fosgene e cloropicrina)

veleni sistemici, sempre letali (cianuri e fluoroacetati nella categoria dei *tossici enzimatici*; *sinaptici organofosforici* nella categoria dei neurogas, o, gas nervini)

inabilitanti psichici, LSD - 25 (diethylamide dell'acido lisergico) e mescalina

insetticidi, mai letali se non a dosaggi elevati: categoria dei carbamati

eccitanti psichici disinibitori, letali ad elevate concentrazioni, sono utilizzati più sulle proprie truppe che non sui nemici, ad esempio per vincere il senso di paura prima di ordinare un attacco.

Questa categoria comprende sostanze di differente origine, natura chimica, tipologia d'azione. Si va dall'alcool alla cocaina, alle anfetamine (inventate dai chimici tedeschi nel 1914 appunto contro il "mal di trincea"), al protossido d'azoto (o gas esilarante, una eredità del primo '800 dove costituì uno degli stupefacenti più usati dai poeti romantici) fino all'ecstasy e al crack

deprimenti psichici o sedativi letali ad elevati dosaggi e di non facile somministrazione, anche questa categoria include sostanze diversissime, dalla morfina, ai barbiturici (tra cui il tiopenal sodico), ai gas soporiferi.

Classe	Agenti	Azione	Sintomi	Velocità	Persistenza
Nervini	Ciclosarin (GF) Sarin (GB) Soman (GD) Tabun (GA) VX(derivato dal Sarin) Insetticidi Novichok	Inibiscono l'enzima acetilcolinesterasi impedendo la degradazione del neurotrasmettitore acetilcolina nelle sinapsi della vittima. Causano effetti sia muscarinici sia nicotinici (Antidoto l'atropina, che reagendo con il recettore fa sì che il muscolo si rilassi o meglio la pralidomina che rigenera l'enzima liberando gruppi P)	Miosi Problemi visivi Emicrania Nausea, vomito, diarrea Copiose secrezioni, sudorazione Contrazioni muscolari Dispnea Convulsioni Perdita di coscienza	Inalazione: secondi o minuti; Contatto cutaneo: da 2 a 18 ore	Il VX è persistente e presenta rischio da contatto; gli altri agenti, invece, sono poco persistenti e presentano principalmente rischio per inalazione
Asfissianti	Arsina Cloruro di cianogeno Acido cianidrico	Arsina: Causa emolisi intravascolare che può portare a blocco renale Cloruro di cianogeno/acido cianidrico: Inibiscono l'utilizzo cellulare dell'ossigeno. Le cellule allora utilizzano la respirazione anaerobica creando un accesso di acido lattico e acidosi metabolica	Possibile colorito rosso ciliegia delle mucose Possibile cianosi Confusione Nausea Senso di soffocamento Convulsioni Acidosi metabolica	Immediata	Non persistenti

Vescicanti	Iprite (HD, H) Lewisite (L) Fosgene ossima (CX)	Questi agenti sono composti che formano acidi che danneggiano pelle e sistema respiratorio causando ustioni e problemi respiratori.	Gravi irritazioni a pelle, occhi e mucose Eritemi cutanei con formazione di grandi vesciche che guariscono lentamente e tendono ad infettarsi. Lacrimazione, congiuntivite, danni alla cornea Lieve di stress	<i>Iprite</i> Vapori: da 4 a 6 ore gli occhi ed i polmoni sono colpiti più rapidamente; contatto cutaneo: da 2 a 48 ore <i>Lewisite</i> : Immediata	Persistenti con rischio di contatto
Polmonari	Cloro Acido cloridrico Diossido di azoto Fosgene	Con un meccanismo simile agli agenti vescicanti, questi composti sono o formano acidi ma il loro effetto è più pronunciato sul sistema respiratorio.	Irritazione delle vie respiratorie, della pelle e degli occhi Dispnea, tosse Secchezza delle fauci Oppressione toracica Respiro affannoso	Da immediata a 3 ore	Non persistenti con rischio d'inalazione
Lacrimogeni	Gas lacrimogeno Spray al peperoncino	Causa gravi urticazioni agli occhi e conseguente cecità temporanea.	Forte irritazione oculare	Immediata	Non persistenti con rischio d'inalazione.

Inibenti	Agente 15 (BZ)	Causa inibizione dell'acetilcolina e effetti sul sistema nervoso periferico opposti a quelli degli agenti nervini.	Sintomi simili ad un'intossicazione di droghe psicoattive, vivide allucinazioni e confusione Ipertermia Atassia Midriasi Secchezza delle fauci e della pelle	•Inalazione: da 30 minuti a 20 ore; •Contatto cutaneo: Fino a 36 ore dall'esposizione. La durata dei sintomi è tipicamente compresa tra le 72 e le 96 ore.	Estremamente persistente nel suolo, in acqua e sulla maggior parte delle superfici.
Citotossici	Proteine biologiche: Ricina Abrina	Inibiscono la sintesi delle proteine	Sintomi influenzali Tosse, dispnea, edema polmonare Nausea, emorragie gastrointestinali Problemi renali o epatici	Dalle 4 alle 24 ore	Gli agenti si degradano rapidamente nell'ambiente

Esistono, come già ricordato nella parte storica, altri agenti chimici NON direttamente classificati come armi chimiche:

Defoglianti, che distruggono la vegetazione ma non sono direttamente tossici per gli esseri umani. Per esempio il cd. [Agent Orange](#) usato dagli Stati Uniti in Vietnam, conteneva diossina ed è noto che questa ha effetti cancerogeni e, se viene trasmessa al feto durante la gravidanza, mutageni, causando danni genetici che portano a malformazione nei neonati.

Incendiari o esplosivi, come il napalm, i cui effetti distruttivi sono dovuti principalmente al fuoco o alle esplosioni e non all'azione chimica diretta.

Bibliografia

Appunti dal seminario : «Le armi chimiche» -Università di Padova, facoltà di chimica- Settembre 2016

Articolo online: “Onu: «Gas sarin lanciato con razzi»” da Corriere.it del 16 settembre 2013

Enciclopedia Treccani Online

Wikipedia

Cerruti Luigi , La fissazione dell'azoto, ovvero l'ambiguità della scienza, Storia della chimica, Minerva

Giuliano da Frè – “Le grandi battaglie della prima guerra mondiale” – Newton Compton.

1) Scheda FOSGENE

Il fosgene (cloruro di carbonile, ossicloruro di carbonio) è il cloruro dell'acido carbonico. Fu ottenuto per la prima volta da Humptry Davy nel 1812 esponendo alla luce solare un miscuglio di ossido di carbonio e cloro. Davy lo chiamò fosgene (generato dalla luce) per ricordare questo suo modo di formazione. Si vide poi (E. Paternò, 1878) che la combinazione dell'ossido di carbonio col cloro può avvenire anche all'oscuro in presenza di un catalizzatore speciale, il carbone attivo.

La preparazione del fosgene si può eseguire mettendo a profitto la reazione di Davy, scritta sopra. La combinazione dell'ossido di carbonio col cloro non si fa però avvenire per azione della luce, ma viene in pratica realizzata con il catalizzatore proposto da Paternò, cioè con il carbone. È importante però la scelta di un carbone adatto. Si può impiegare il carbone di ossa lavato con acido cloridrico e arroventato poi in corrente di cloro. È stato usato anche il carbone di legno e il carbone delle noci di cocco. Buoni risultati dà anche il carbone attivo, ottenuto carbonizzando il legno imbevuto di cloruro di zinco.

L'ossido di carbonio e il cloro ben secchi vengono mescolati a volumi eguali (con leggero eccesso di CO) e poi vengono mandati nelle camere di catalisi dove il carbone preparato è steso su piastre forate. Le camere di catalisi possono essere più o meno grandi, rivestite internamente di grafite o di piombo: generalmente in una prima camera ben raffreddata s'inizia la combinazione che si completa nelle camere successive a temperatura più alta. La temperatura migliore è 125°: non si deve oltrepassare 150°, altrimenti il fosgene comincia a dissociarsi. Quando il carbone ha perduto la sua attività di catalizzatore dev'essere cambiato. I gas che escono dalle camere di catalisi vengono raffreddati fortemente fino a far liquefare il fosgene formatosi. Le ultime tracce di fosgene che restano nei gas vengono recuperate facendolo disciogliere nel tetracloroetano, dal quale si può poi riottenere il fosgene per riscaldamento. Quando si vuole il fosgene puro per usi scientifici bisogna purificarlo per togliergli un po' di cloro, di cloruro ferrico, ecc., che in questo modo contiene sempre disciolti.

Un altro modo per preparare il fosgene consiste nell'ossidazione del cloroformio o del tetracloruro di carbonio. È noto da tempo che il cloroformio puro si altera già con l'ossigeno dell'aria formando fosgene

Più facilmente si forma il fosgene dal cloroformio ossidandolo con bicromato di potassio. Dal tetracloruro di carbonio s'ottiene il fosgene facendolo reagire con anidride solforica o con oleum (SO₅ disciolto in H₂SO₄)

Con l'oleum si forma SO₂Cl₂. La reazione procede già sotto 1000 dando buona rendita di fosgene. Con questa reazione fu preparato il fosgene in Italia nei primi tempi della guerra, prima di adottare il metodo catalitico che fu quello applicato da tutti i belligeranti.

Proprietà. - Il fosgene a temperatura ordinaria è un gas di odore soffocante. Per raffreddamento si può facilmente condensare in un liquido incolore che a temperatura più bassa si può anche solidificare. Fonde a - 126°. Bolle a 8° circa. Un litro di fosgene gassoso pesa gr. 4,4. La sua densità allo stato liquido è 1,43 (a 0°). Il fosgene liquido non attacca sensibilmente il ferro e perciò si può conservare in bombole di ferro simili a quelle che sono usate per conservare e trasportare il cloro.

Per riscaldamento, il fosgene si dissocia in ossido di carbonio e cloro: a circa 800° la dissociazione è completa. In diversi solventi organici si discioglie facilmente, p. es. nel tetracloroetano e anche meglio nel benzolo e nel toluolo. L'acqua lo decompone, più lentamente a freddo e rapidamente a caldo, formando anidride carbonica e acido cloridrico

Analogamente viene decomposto dagli alcali formando carbonato e cloruro alcalino, p. es. $\text{COCl}_2 + 4\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O}$.

Con l'ammoniaca forma urea e, secondo le condizioni di esperienza, anche guanidina, acido cianurico, ciamelide, ecc. Con le ammine primarie e secondarie forma uree sostituite; p. es. quando reagisce con l'anilina dà origine a difenil-urea o carbanilide $\text{CO}(\text{NH}-\text{C}_6\text{H}_5)_2$; quando reagisce con la metil-anilina forma dimetil-difenil-urea della

formula

sostanza che col nome di centralite viene aggiunta come stabilizzante nelle polveri senza fumo. Con la dimetil-anilina il fosgene forma invece il tetrametil-diammido-benzofenone (chetone di Michler)

uno dei più importanti prodotti intermedi per la preparazione di sostanze coloranti artificiali.

Anche con gli alcoli il fosgene reagisce e forma prima i corrispondenti eteri dell'acido clorocarbonico (o acido cloroformico). Con un eccesso di alcool si formano poi gli eteri neutri dell'acido carbonico: p. es.

Con i fenoli avviene di preferenza la seconda reazione: reagendo con il fenolo il fosgene dà origine a carbonato di fenile

Analogamente col guaiacolo forma il carbonato di guaiacolo (usato in medicina col nome di duotal); con la chinina il carbonato di chinina (aristochina). Con molti ossidi metallici il fosgene può reagire trasformandoli in cloruri, p. es. con l'ossido stannico. In modo analogo reagisce con gli ossidi di vanadio, torio, zirconio, titanio, ecc.

Usi. - Prima della guerra il fosgene veniva adoperato per preparare il chetone di Michler e alcune sostanze coloranti artificiali (violetto di metile, ecc.). Trovava applicazioni anche per la fabbricazione di alcuni medicinali sintetici quali il carbonato di guaiacolo, il carbonato di chinina, ecc. Anche oggi si continua a impiegarlo per queste preparazioni. Nel tempo della guerra il fosgene fu largamente usato come gas asfissiante. Circa 30.000 tonnellate di fosgene furono lanciate sui campi di battaglia. Nei primi tempi fu usato sotto forma di nubi; in seguito sempre rinchiuso in proiettili dai quali usciva, ed era volatilizzato al momento dello scoppio del proiettile stesso. Sulle mucose degli occhi e delle prime vie respiratorie il fosgene esercita soltanto un'azione irritante non grave, ma agisce invece profondamente sui bronchi e sui polmoni.

È circa 15 volte più venefico del cloro.

Il suo **indice di tossicità Haber** è $C \times T = 450$, cioè si ha la morte respirando per 10 minuti in un'atmosfera che contenga 45 mgr. di fosgene per mc. di aria. I diversi organismi presentano però diversa sensibilità a questo veleno. Anche a dosi non mortali manifesta azione irritante e soffocante tanto energica da mettere fuori di combattimento i colpiti. Può produrre la morte con ritardo: dopo i primi fenomeni di lieve intossicazione, che si calmano quando il colpito si è allontanato dall'atmosfera avvelenata, trascorsa qualche ora, anche un giorno o due, interviene improvvisamente la morte per paralisi cardiaca. Per curare l'avvelenamento per fosgene sono consigliate le inalazioni di ossigeno, riposo assoluto e iniezioni di caffeina, canfora e digitale per sostenere il cuore. Caratteristico è l'effetto che il fosgene esercita sui nervi del gusto: tutti i cibi sembrano cattivi e il fumo del sigaro o della sigaretta acquista un sapore pessimo. Si possono svelare tracce anche minime di fosgene (5 mgr. in un mc. di aria) nell'aria adoperando cartine reattive imbevute di una soluzione alcoolica di para-dimetil-ammino-benzaldeide e difenilammina. In contatto del fosgene le cartine diventano gialle o aranciate; la stessa colorazione è però prodotta anche dal cloro. Le maschere che venivano usate in guerra per difendersi dai gas asfissianti contenevano diverse sostanze adatte a trattenere il fosgene presente nell'atmosfera. Fra queste sostanze sono da rammentare la calce sodata, l'urotropina, il sale di sodio dell'acido solfanilico, ecc. Per trattenere il fosgene funziona benissimo anche il carbone attivo che viene posto nelle scatole-filtro delle maschere.

Fra i derivati del fosgene hanno importanza particolare gli eteri dell'acido clorocarbonico o cloroformico che si possono facilmente preparare facendo agire il fosgene sopra un alcool; p. es.

Bisogna raffreddare durante la reazione e lavorare rapidamente con eccesso di fosgene per impedire la formazione del carbonato neutro che avverrebbe in una seconda fase:

Si possono ottenere gli eteri dell'acido cloroformico anche facendo reagire il cloro sul formiato di metile, di etile, ecc.: p. es.

Con un eccesso di cloro, però, vengono sostituiti anche gli atomi di idrogeno del gruppo $-CH_3$ e si formano gli eteri cloroformici clorurati

La clorurazione avviene meglio alla luce solare o alla luce di una lampada a vapori di mercurio. Questi eteri cloroformici clorurati sono liquidi, di odore pungente. Hanno

forte azione lacrimogena e agiscono anche sugli organi respiratori. Il cloroformiato di tricloro-metile ha una forte azione venefica. Il suo indice di tossicità Haber è $C \times T = 500$, cioè molto vicino a quello del fosgene.

Gli eteri cloroformici clorurati furono perciò impiegati come gas asfissianti in tempo di guerra. La miscela dei composti meno clorurati era conosciuta dagli alleati col nome di palite. I Tedeschi la chiamavano K-Stoff. La miscela dei composti più clorurati era designata dagli alleati col nome di surpalite o superpalite, dai Tedeschi col nome di Perstoff per i proiettili a croce verde (v. asfissianti, gas). L'etere cloroformico triclорurato veniva chiamato dagli Inglesi difosgene perché per azione del calore si scinde per dare due molecole di fosgene

L'etere etilico dell'acido cloroformico ($\text{Cl}-\text{COOC}_2\text{H}_5$) serve spesso in chimica organica come reattivo per introdurre gruppi $-\text{COOC}_2\text{H}_5$ nella molecola dei composti organici e serve anche nell'industria dei medicinali sintetici per preparare alcuni importanti prodotti, fra i quali sono da menzionare l'uretano, il fenil-uretano (euforina), l'etilcarbonato di chinina (euchinina), ecc.

2) Scheda IPRITE

Nome usuale del diclorodietilsolfuro, $S(CH_2CH_2Cl)_2$, chiamato anche gas mostarda. Dotato di proprietà vescicatorie e tossiche, fu usato come aggressivo chimico per la prima volta dai Tedeschi, durante la Prima guerra mondiale, nel settore di Ipres (Belgio, 1917), città da cui prende nome. Si produce con diversi metodi. Secondo il metodo originale, dall'etilene trattato con acido ipocloroso si ottiene la cloridrina del glicol etilenico, CH_2ClCH_2OH , che con solfuro di sodio dà il tiodiglicol $S(CH_2CH_2OH)_2$ dal quale infine per clorurazione si ha l'iprite; secondo altri metodi, si ottiene per azione diretta di cloruri di zolfo (SCl_2 o S_2Cl_2) sull'etilene. È un liquido oleoso, incolore, che bolle a circa $218\text{ }^\circ\text{C}$; a freddo non reagisce con l'acqua, a caldo viene però idrolizzata; viene ossidata a solfone dagli ossidanti (permanganato di potassio, acido nitrico, cloruro di calce ecc.), mentre con le basi organiche forma prodotti di condensazione. Come aggressivo è particolarmente pericoloso, per la sua elevata persistenza, per la facoltà che hanno i suoi vapori di agire sulla pelle anche attraverso i vestiti; forma vesciche, necrosi, disturbi circolatori; ha azione tossica generale. Produce mutazioni nel patrimonio genetico.

Per distruggere l'iprite sul terreno si impiega cloruro di calce a basso titolo di cloro attivo (al disotto del 20%), mescolato con terra o sabbia per evitare una reazione violenta che potrebbe portare allo sviluppo di quantità pericolose di vapori di i.; per bonificare oggetti si impiegano soluzioni di ossidanti (permanganato di potassio, ipocloriti) o solventi (benzina, tetracloruro di carbonio); per la bonifica umana si impiegano pomate o polveri contenenti sostanze capaci di cedere facilmente cloro (per es., cloroammina T) o soluzioni di cloro in tetracloruro di carbonio.

3) Scheda SARIN

Il Sarin o GB è un gas nervino della famiglia degli organofosfati classificato come arma chimica di distruzione di massa. Fu ottenuto per la prima volta alla fine del 1938 da scienziati tedeschi della IG Farben durante i tentativi di sviluppare sostanze ad azione biocida.

A temperatura ambiente è un liquido di aspetto da incolore a giallo-bruno ed inodore, estremamente volatile. Il suo vapore è inodore ed incolore. L'intossicazione può avvenire per inalazione e attraverso contatto cutaneo. Un'adeguata concentrazione di vapori è in grado di attraversare la pelle, rendendo non sufficiente l'uso di una maschera antigas.

Come gli altri agenti nervini, il Sarin colpisce il sistema nervoso degli organismi viventi. I primi sintomi dell'esposizione a Sarin sono difficoltà respiratoria e contrazione delle pupille. Segue una perdita progressiva del controllo delle funzioni corporee, spesso si verifica vomito e perdita di urina e feci. La parte finale dell'esposizione al gas consta in uno stato comatoso che porta al soffocamento a seguito di spasmi convulsivi. Un individuo esposto a contaminazione da Sarin, sebbene in quantità non letali, può presentare danni neurologici irreversibili.

La dose letale LD50 per ingestione nel topo è di 0,55 mg/kg, per esposizione cutanea sul coniglio è di 0,925 mg/kg. È letale anche in concentrazioni minime se non avviene tempestivamente la somministrazione di un antidoto, ad esempio l'atropina. Tuttavia una più efficace terapia antidotale si basa sulla somministrazione di sostanze che riattivano l'enzima "target" di tale agente tossico.

L'atropina è infatti solo un antagonista colinergico: essa agisce impedendo gli effetti dannosi determinati da una eccessiva permanenza dell'acetilcolina (neurotrasmettitore) negli spazi intersinaptici. In condizioni normali l'acetilcolina viene immediatamente distrutta dall'acetilcolinesterasi, un enzima presente in corrispondenza delle sinapsi nervose; in questo modo viene garantita la corretta trasmissione dell'impulso nervoso.

È l'acetilcolinesterasi l'enzima "target" dei nervini. Il sito recettoriale di quest'ultima, luogo della molecola dove avviene la degradazione dell'acetilcolina, viene occupato più o meno stabilmente dal nervino; in conseguenza di ciò l'enzima non è più in grado di svolgere il proprio compito; tuttavia, se si interviene immediatamente (entro minuti - ore a seconda del nervino), si può riattivare.

Come agenti riattivatori si usano alcune ossime che sono in grado, se somministrate prontamente, di riattivare l'acetilcolinesterasi "staccando" il nervino e rendendo perciò il sito recettoriale nuovamente pronto a degradare fisiologicamente l'acetilcolina.

Il 20 marzo 1995, il Sarin fu utilizzato per l'attacco terroristico alla metropolitana di Tokyo da parte della setta religiosa Aum Shinrikyo.

Nell'agosto 2013 è stato utilizzato in un attacco con razzi ad un sobborgo di Damasco, nel corso della Guerra civile siriana