



Vita, morte e miracoli dei cloroderivati

di Giorgio Nebbia

Strano destino, quello del cloro e dei suoi derivati: salutati, alla loro nascita, come scoperte rivoluzionarie e liberatorie, hanno spesso svelato, dopo qualche tempo, di nascondere delle trappole tecnologiche da cui è stato faticoso e costoso uscire, come racconta il libro di Valeria Spada e Caterina Tricase, "Crescita e declino del sistema cloro", Torino, Giappichelli, 2000.

Non c'è dubbio che, come disinfettante delle acque, il cloro ha contribuito a debellare molte malattie portate da batteri e virus; solo dopo un secolo si è visto che il cloro provocava anche la formazione di sostanze indesiderabili. Uno dei primi derivati organici del cloro fu il cloroformio, salutato con entusiasmo come sostituto dell'infiammabile etere per le sue proprietà narcotiche ed anestetiche nelle operazioni chirurgiche; solo più tardi sarebbe stato scoperto che il cloroformio è velenoso e ne sarebbe stato vietato l'uso in anestesia.

I composti organici del cloro sono in genere non infiammabili e la scoperta che molti derivati del cloro --- trielina, tetracloruro di carbonio, percloroetilene, eccetera --- sono buoni solventi dei grassi permise di sostituire altri solventi infiammabili, come il solfuro di carbonio e la benzina, usati nell'industria olearia. Anche di questi, più tardi, è stata scoperta la tossicità.

Il cloro e i suoi derivati cominciarono ad avere cattiva stampa durante la prima guerra mondiale (1914-1919). I tedeschi, che avevano in quel tempo la più progredita industria chimica del mondo, usarono il cloro come gas asfissiante già nel 1915 a Ypres, nel Belgio. Si vide ben presto, però, che, se cambiava il vento, il cloro poteva intossicare gli stessi soldati tedeschi che lo avevano lanciato; il "perfezionamento" arrivò subito sotto forma di fosgene COCl_2 (usato dai francesi a Verdun nel febbraio 1916) e di iprite (diclorodietilsolfuro, $[\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}]_2\text{S}$), altro composto clorurato, usato dai tedeschi contro i franco-italiani a Ypres nel 1917. L'uso dei gas asfissianti sollevò una protesta generale che portò, nel 1925, al primo trattato che vietò l'uso in guerra di aggressivi chimici; l'iprite fu tuttavia usata dagli italiani durante la guerra contro l'Abissinia nel 1936.

Fra i successi del cloro vi fu la scoperta del cloruro di vinile, un derivato clorurato ottenuto dall'acetilene o dall'etilene, che poteva essere facilmente trasformato in una materia plastica destinata a grandi fortune e ad altrettanto grandi polemiche. La produzione industriale del cloruro di vinile e del cloruro di polivinile (PVC) cominciò nel 1928 negli Stati Uniti e nel 1933 in Germania; la loro fortuna era dovuta al fatto che con il PVC potevano essere fabbricati tubi, lastre, oggetti stampati, sacchetti per imballaggi, rivestimenti per fili elettrici, duraturi, non infiammabili, elastici. Soltanto a partire dagli anni 50 del Novecento è stato scoperto che il cloruro di vinile monomero, la materia prima per le resine PVC, è tossico e cancerogeno e che i manufatti di PVC, quando sono bruciati negli inceneritori di rifiuti, provocano la formazione di acido cloridrico corrosivo e inquinante.

Un altro successo del cloro si ebbe negli anni quaranta del Novecento quando fu scoperto che un idrocarburo clorurato --- il dicloro-difenil-tricloroetano, o DDT, peraltro noto già molti decenni prima --- presentava eccezionali proprietà insetticide. Con massicci impieghi di questa polvere i soldati americani riuscirono a sopravvivere nelle paludi e nelle



giungle asiatiche, nelle zone europee infestate dalla malaria, a impedire la diffusione dei parassiti nei campi di prigionia, fra i popoli affamati, nelle città devastate dai bombardamenti.

Già negli anni cinquanta fu però scoperto che il “miracoloso” DDT e altri simili pesticidi clorurati, grazie alla loro eccezionale stabilità chimica, restavano inalterati nel suolo, nei raccolti, negli animali; anzi, essendo solubili nei grassi, passavano attraverso le catene alimentari e furono scoperti addirittura negli oceani lontani dai campi coltivati e dalle zone antropizzate. Ciò indicava che il DDT dai campi e dagli escrementi si diffondeva negli oceani e veniva trasferito da un animale all'altro fino a diventare un contaminante di tutta la biosfera.

Nel 1962 una biologa del Dipartimento dell'Agricoltura americano, Rachel Carson (1907-1964), scrisse un libro-denuncia intitolato "Primavera silenziosa". Il libro spiegava che, se si fosse continuato nell'uso agricolo indiscriminato degli insetticidi clorurati, questi si sarebbero diffusi in tutti gli esseri viventi al punto che un giorno, morti anche gli uccelli, la primavera sarebbe divenuta, appunto, silenziosa. Il libro ebbe un enorme successo e portò rapidamente, nonostante l'irritata opposizione dell'industria chimica e gli innegabili vantaggi di un pesticida efficace e a basso costo, al divieto dell'uso del DDT e di altri simili pesticidi clorurati.

Un nuovo punto a sfavore del cloro fu offerto dalla guerra nel Vietnam (1963-1975); per snidare i partigiani Vietcong dalla giungla in cui si nascondevano, protetti dalla popolazione locale, gli Stati Uniti per anni hanno distrutto vasti tratti di foresta tropicale irrorandola con grandi quantità di erbicidi, principalmente dell'"efficace" 2,4,5-T. Si trattava di un sale dell'acido triclorofenossiacetico, a sua volta derivato dal triclorofenolo, altro composto clorurato usato per preparare anche prodotti cosmetici come il disinfettante esaclorofene.

Intorno al 1970 cominciarono ad apparire degli studi che rivelarono la comparsa nella popolazione vietnamita, e poco dopo anche nei soldati americani reduci dal Vietnam, di varie malattie dovute all'assorbimento di una sostanza fino allora quasi sconosciuta, la diossina (chimicamente 2,3,7,8-tetraclorodibenzo-para-diossina), un contaminante dell'erbicida.

La diossina tornò all'attenzione di tutto il mondo il 10 luglio 1976 quando, in una piccola fabbrica di triclorofenolo a Meda, a nord di Milano, la Icmesa, si ebbe un'esplosione che fece uscire dal camino una "nube" contenente, in finissima dispersione, alcuni chilogrammi di diossina che ricadde su alcuni ettari del territorio del vicino comune di Seveso, con danni alle persone e morte di numerosi animali. Il nome “Seveso” divenne così sinonimo della presenza di fabbriche pericolose, in zone densamente popolate, all'insaputa degli abitanti. L'uso degli erbicidi clorurati e dell'esaclorofene, derivati dal triclorofenolo, fu gradualmente ridotto o vietato, ma il tutto contribuì ulteriormente a mettere in discussione l'utilità del cloro.

Si vide allora che la diossina si formava anche negli inceneritori di rifiuti solidi urbani, a causa di reazioni fra il PVC o altre molecole clorurate con altri componenti dei rifiuti; che la diossina si formava nel corso dell'uso e della distruzione delle traversine ferroviarie di legno impregnate di pentaclorofenolo, e dei bifenili policlorurati (o PCB), i fluidi isolanti elettrici dei trasformatori, che tanto favore avevano fino allora incontrato proprio per la loro resistenza agli incendi. Utili informazioni si trovano nel libro di Marino Ruzzenenti, "Un secolo di cloro e ...PCB. Storia delle industrie Caffaro di Brescia", Milano, Jacabook, 2001.

Negli anni trenta Midgley, il grande e controverso inventore il quale scoprì che idrocarburi contenenti cloro e fluoro, i CFC, si prestavano come fluidi frigoriferi, come propellenti per prodotti spray, come solventi industriali, come agenti per il rigonfiamento



delle materie plastiche espanse usate come isolanti termici, nelle imbottiture di divani e sedili per autoveicoli, eccetera.

Intorno al 1980 alcuni studiosi osservarono che i clorofluorocarburi, e altri gas clorurati, che si liberano nell'atmosfera, raggiungono la stratosfera e distruggono lo strato di ozono che protegge la Terra dalle radiazioni ultraviolette biologicamente dannose. Attualmente vi sono norme internazionali per il graduale divieto della fabbricazione e dell'uso dei CFC.

Col crescere dell'attenzione per il cloro e i suoi effetti nocivi, sono state condotte indagini più accurate anche nel campo di altri usi del cloro e fu visto che, durante la sbianca della carta e dei tessuti con cloro, si formano composti clorurati che finiscono nelle acque e sono nocivi per la fauna. In molti paesi l'uso del cloro nell'industria della carta è scoraggiato o vietato; alcune cartiere usano biossido di cloro al posto del cloro, altre usano acqua ossigenata o ozono.

La polemica è ormai così vivace che varie associazioni ambientaliste, specialmente Greenpeace, stanno sostenendo una campagna per la diminuzione degli usi del cloro e dei suoi derivati. Naturalmente la grande industria chimica ha mobilitato i suoi scienziati per sventare il pericolo, mettendo in evidenza che, se non si usasse più il cloro, per esempio, nella depurazione delle acque, milioni di persone morirebbero di infezioni intestinali, una tesi che zoppica perché al posto del cloro possono essere usati altri agenti disinfettanti; che gli insetticidi clorurati proteggono milioni di persone dalla malaria.

I difensori d'ufficio dell'industria del cloro (<http://home.scarlet.be/~ping5859/It/Clorofili.html>) hanno anche scoperto che molte sostanze organiche clorurate, non associate ad attività antropiche, sono estremamente diffuse in natura: si formano nei processi biologici naturali, si trovano nelle emanazioni dei vulcani, eccetera. E' comunque molto probabile che i consumatori trovino, in futuro, un avvertimento che molte merci sono state fabbricate senza impiegare il cloro. Saranno così avvertiti che alcuni danni alla salute sono stati evitati e che ci hanno guadagnato la salute dei lavoratori, la loro stessa salute e quella dell'ambiente.