



HIGHLIGHTS TECNOLOGIE INNOVATIVE

a cura di Pierfausto Seneci - Dipartimento di Chimica organica - Università di Milano



Eccoci ancora a parlare di energia; dopo il quadro semi-apocalittico della scorsa rubrica riguardo a (mancanza di) una politica internazionale di sviluppo di fonti energetiche alternative ai combustibili fossili e rispettose dell'ambiente, vi presento una rassegna di ricerche scientifiche relative alle fonti precedentemente citate.

Di energia eolica si parla in due recenti lavori. Il primo (O. Ulleberg *et al.*, *International Journal of Hydrogen Energy*, 2010, **35**, 1841) riporta i risultati ottenuti dall'installazione di un sistema ibrido basato sulla conversione dell'energia eolica in idrogeno attraverso elettrolisi dell'acqua, con conseguente accumulo dello stesso ed uso come fonte di energia; la stazione installata sull'isola di Utsira, in Norvegia, ha dimostrato di poter fornire energia per alcuni giorni a 10 case (da quanto capisco, forse l'intera popolazione dell'isoletta...). Lascio a voi ulteriori approfondimenti; sottolineo però che Utsira, ed altre installazioni simili, sono "ideali" poiché battute da venti costanti e difficilmente raggiungibili da altre forme di energia; e che, nonostante questo, l'installazione di una centrale eolico-propulsa sostenibile sull'isola stessa dovrebbe risolvere problemi relativi ai costi, all'efficienza nello stoccaggio dell'idrogeno, e ad un miglior fattore di conversione vento-idrogeno (ad Utsira solo il 20%!).

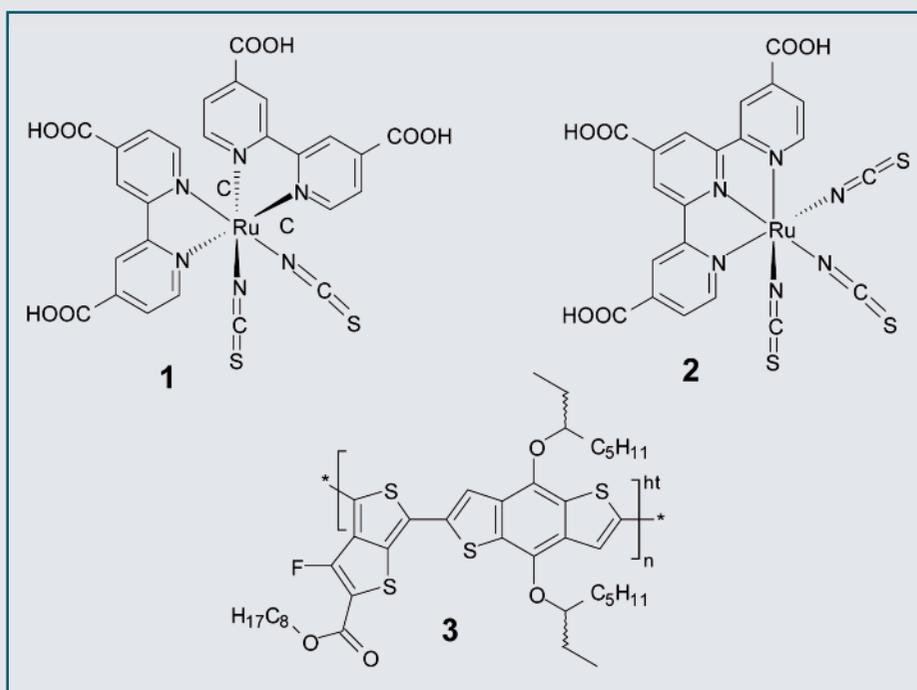
Il secondo (C. Wang, R.G. Prinn, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 2010, **10**, 2053) è una valutazione di ricercatori del MIT dell'impatto climatico e dell'affidabilità di impianti eolici di grandi dimensioni, attraverso la costruzione di un modello che prevede l'uso di grandi *wind farms* nell'oceano oppure sulla terraferma, ipotizzando una fornitura di almeno 4,5 Terawatt nel 2100, pari al 10% del fabbisogno energetico totale. Gli autori suppongono che, se costruita sull'oceano, tale "potenza di fuoco" provocherebbe un effetto di raffreddamento di più

di 1 °C sull'acqua, mentre le stesse installazioni sulla terra provocherebbero un aumento di più di 1 °C sulla superficie interessata: gli autori concludono come risultati del genere o altre previsioni più o meno fosche potrebbero essere completamente sovvertite da dati e miglioramenti tecnologici ad oggi non ipotizzabili. Mi permetto di ripetere quanto già detto: fonte attraente, ma tantissimi problemi pratici per renderla scientificamente e commercialmente competitiva.

Parliamo di biomassa. Si diceva nella scorsa "puntata" che la fonte più interessante e più sostenibile di energia da biomassa, cioè la parte ligneo-cellulosica non commestibile di piante e alberi, è di difficile lavorazione per "estrarre" e raccogliere il biocarburante. Dei ricercatori a Los Alamos (M. Lucas *et al.*, *Applied Materials and Interfaces*, 2010, **2**, 2198) hanno riportato l'uso di liquidi ionici per rompere la struttura rigida del legno e permettere una più rapida lavorazione della biomassa ligneo-cellulosica; l'esempio coinvolge legno di pioppo e fornisce esempi di incorporazione di nanoparticelle e sensori all'interno della biomassa, per una migliore comprensione dei fenomeni implicati nella conversione della biomassa stessa. Vi segnalo anche una review sull'uso di questa e di altre metodiche per il frazionamento e la processazione di materiali ligneo-cellulosici (M. Fitzpatrick *et al.*, *Bioresource Technology*, 2010, **101**, 8915). Termino con un'analisi di ricadute sulla salute e cambiamenti climatici insiti nelle emissioni di CO₂ e di particolato fine da benzina, etanolo da granturco e etanolo ligneo-cellulosico (J. Hill *et al.*, *PNAS*, 2010, **106**, 2077): l'ultima fonte risulta nettamente essere la migliore, con costi per la società pari a meno della metà dei due competitori e con una sostenibilità potenziale molto interessante. Da profano, mi sembra una buona strada da percorrere...

Ora è la volta dell'energia solare, a cui (anche a causa dell'enorme potenziale di cui già parlammo) dedicherò più attenzione. Una recensione di *ACS NANO* (G.J. Meyer, 2010, **4**, 4337) annuncia l'attribuzione del 2010 *Millennium Technology Grand Prize* a Michael Grätzel dell'EFP di Losanna, per il contributo alle applicazioni industriali di celle





permesso di raggiungere un 8% di efficienza di conversione. Mi sembra, vedendo il numero enorme di lavori riguardanti questi ed altri tipi di celle, che si faccia molta ricerca e la si applichi anche; possiamo essere ottimisti, anche se costi, efficienza e durata restano parametri su cui lavorare molto.

Vi segnalo anche tre riferimenti concernenti altre fonti energetiche. Una review sulle alghe come biomassa per la produzione di carburante (S.A. Scott *et al.*, *Curr. Opin. Biotechnol.*, 2010, **21**, 277); se ricordate, già vi avevo parlato di questa fonte potenzialmente interessante la scorsa volta, ma - come del resto confermato in questo riferimento - la strada verso una comprensione dei fattori determinanti un lontano sviluppo per applicazioni "globali" è lunga, se non lunghissima. Una rassegna che tratta di celle a carburante utilizzabili come fonte di energia per sistemi di trasporto o portatili (K. Epping Martin *et al.*, *ACS Symposium Series "Fuel cell chemistry and operations"*, 2010, 1-13), concentrandosi soprattutto sugli

avanzamenti tecnologici necessari per rendere questa tecnologia accettabile in termini di costi e di durata dei dispositivi. Un'altra rassegna dalla stessa fonte (E. Knaus *et al.*, *ACS Symposium Series "Oil shale: A solution to the liquid fuel dilemma"*, 2010, 3-20) è per nostalgici dei combustibili fossili: sembra che vi siano vaste quantità di *oil shale*, o scisto bituminoso, in depositi situati in 27 nazioni del globo; tale pietra, stadio "immaturato" verso la formazione di petrolio, può essere processata e convertita in combustibile per riscaldamento ed idrogenazione. Il titolo della monografia ACS farebbe pensare ad una soluzione semplice ed efficace: purtroppo, per questa come per la precedente monografia, il mio status accademico non mi permette l'accesso elettronico alle tante *reviews* tecniche contenute, elencate all'indirizzo <http://pubs.acs.org/series/symposium>. Vi segnalo anche altre ACS Symposium Series del 2010 intitolate *Organic thin films for photonic applications* e *Functional polymer nanocomposites for Energy storage and conversion*, se potete accedervi.

solari sensibilizzate da coloranti (*dye-sensitized solar cells*, o DSSC suona meglio...). Si ripercorre la storia che, da un articolo rivoluzionario nel 1991, ha portato a DSSC con efficienza di conversione dell'energia solare maggiore dell'11% e commercializzate dal 2009 (dettagli per caratteristiche e disponibilità a www.G24I.com); si parla dei cambiamenti strutturali degli elettrodi di TiO_2 o Fe_2O_3 , ora realizzati per deposizione di un monostrato di colorante non più su elettrodi planari ma su materiali mesoscopici con altissima area superficiale, ottimizzando le proprietà delle celle solari; si mostrano alcune fra le strutture dei sensibilizzanti più efficaci (ad esempio **1** e **2** nella figura). Le "conclusioni e future tendenze", incentrate su parametri di efficienza e conversione per me troppo ostici, saranno utili a chi è più ferrato di me. Un secondo lavoro (Y. Liang, L. Yu, *Acc. Chem. Res.*, 2010, **43**, 1227) parla di materiali polimerici usati per la creazione di materiali fotovoltaici organici - *organic photovoltaic materials* - OPV che, rispetto alle celle solari basate su semiconduttori inorganici di cui sopra, sono secondo gli autori più promettenti in termini di basso costo, maggiore flessibilità e semplicità di fabbricazione; ai più esperti fra voi il giudicare e commentare. L'articolo in questione descrive polimeri composti donatore-accettore di elettroni in rapporto 1:1 preparati miscelando intimamente su nanoscala i componenti in un formato detto *bulk heterojunction*, o BHJ; il fullerene è un ottimo accettore di elettroni per via della sua affinità elettronica e della sua struttura tridimensionale, e qui si usa un suo derivato sufficientemente solubile in solventi organici, chiamato PC_{61}BM ([6,6]-fenil- C_{61} -metilbutirrato); una famiglia di polimeri organici eterociclici semiconduttori basata sul nucleo eterociclico del tieno[3,4-b]tiofene (**3**, nella figura) è usata come donatore ed ha

È il momento dei saluti, ma i più attenti avranno notato l'assenza di commenti e citazioni riguardo alla fonte da me considerata molto promettente, al di là di problemi reali e percepiti: il nucleare. Non ho per voi riferimenti bibliografici ma piuttosto un Web address - <http://web.mit.edu/nuclearpower/pdf/nuclearpower-update2009.pdf> - da cui potrete scaricare un'analisi dell'MIT datata 2009 sul futuro dell'energia nucleare: io ho trovato in particolare molto scoraggianti le conclusioni a pagina 20, poiché dimostrano un'apatia generalizzata e lo spreco di un'opportunità importante. Buona lettura, comunque!